

LUIZ FERNANDO MARTINS KRUEL

**ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOMECÂNICAS
EM INDIVÍDUOS PRATICANDO EXERCÍCIOS
DE HIDROGINÁSTICA DENTRO E FORA D'ÁGUA**

TESE DE DOUTORADO

Santa Maria, RS - BRASIL

2000

**ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOMECÂNICAS EM
INDIVÍDUOS PRATICANDO EXERCÍCIOS DE
HIDROGINÁSTICA DENTRO E FORA D'ÁGUA**

por

Luiz Fernando Martins Kruei

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, da Universidade Federal de Santa Maria (RS), como requisito parcial para obtenção do grau de DOUTOR EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO HUMANO.

Santa Maria, RS - BRASIL

2000

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO
HUMANO

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A TESE

**ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOMECÂNICAS EM INDIVÍDUOS
PRATICANDO EXERCÍCIOS DE HIDROGINÁSTICA DENTRO E FORA
D'ÁGUA**

ELABORADA POR

LUIZ FERNANDO MARTINS KRUEL

COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR
EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO HUMANO

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr. Renan M. F. Sampedro - Orientador

Dr. Aluísio O. V. Ávila - Co-Orientador

Dr. José Henrique S. da Silva

Dr. Dartagnan Pinto Guedes

Dr. Carlos Bolli Mota

Santa Maria, 15 de janeiro de 2000

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e para a minha formação pessoal e acadêmica, em especial:

Aos meus pais Euripedes da Silva Krueel (In Memorium) e Cecy Martins Krueel, a minha esposa Neuza Maria Victória Krueel e aos meus filhos Livia e Luiz Fernando, pelo incentivo, dedicação, tolerância, renúncias e carinho nesta caminhada;

Ao Prof. Edgar Guimarães Machado, pelo incentivo e modelo de pessoa e de profissional, que muito influenciou para a escolha da profissão de Professor de Educação Física;

Ao médico Raul Barnech Rodrigues, responsável pelo meu ingresso na carreira de Professor Universitário, pela confiança depositada;

Ao Prof. Dr. Renan Maximiliano Fernandes Sampedro pela amizade, apoio e orientação nesses anos de convívio e de formação acadêmica, bem como a sua família Maria do Carmo (Neca), Carolina e Renanzinho pelas horas “roubadas” de lazer;

Ao Prof. Dr. Aluísio Otávio de Vargas Ávila por sua preciosa orientação e dedicação durante o desenvolvimento deste trabalho;

Aos Professores Dr. José Henrique S. da Silva, Dr. Alberto Tamagna, Dr. Milton Zaro, Dr. Hélio Roesler, Dr. Horácio Vielmo, Dr. Adroaldo Gaya, Ms. Jefferson Loss, Ms. Luiz C. Gertz e Ms. Marcelo Cardoso, pelas inúmeras sugestões e apoio na elaboração desta pesquisa;

À amostra utilizada no estudo, alunos dos programas de extensão do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, aos laboratórios de pesquisas (Lapex-Esef-UFRGS, Laboratório de Medições Mecânicas-UFRGS, Laboratório de Vibrações-UFRGS, Lapem-Cefid-UFSM) a Imbramed-Tecnimed pela cedência de equipamentos, sem a qual este estudo não poderia ter sido realizado, o meu respeito e agradecimento;

Aos professores e bolsistas do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas UFRGS-UFSM, em especial a Eliane Zenir Corrêa de Moraes,

Leonardo Peyre Tartaruga e também ao Renato Victória Marinho pela imprescindível colaboração na coleta e/ou análise dos dados;

Aos Professores Paulo Lima, Marilu e Silvana e as acadêmicas Lúcia, Leticia, Ana Cristina, Carolina, Raquel e Luciana pela ajuda durante a coleta dos dados;

Aos amigos e colegas, em particular ao Renato Moro, Eliane Manfio, Carlos Bolli, Antônio Rangel e Volmar Nunes pelo companheirismo, amizade e carinho dispensados durante a realização do Curso de Doutorado;

Aos professores e funcionários da Escola de Educação Física da UFRGS pelo estímulo, e aos professores e funcionários do Centro de Educação Física e Desportos da UFSM pelas colaborações no estudo;

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao Departamento de Desportos da ESEF-UFRGS e à CAPES, o meu agradecimento e a certeza de ter cumprido a tarefa que me confiaram.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	vi
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	x
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE QUADROS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. O problema e sua importância.....	1
1.2. Objetivos.....	8
1.2.1. Objetivo Geral	8
1.2.2. Objetivos Específicos.....	8
1.3. Definição de Termos.....	9
1.4. Limitações	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. História	11
2.2. Atividades Físicas na posição vertical no meio líquido.....	13
2.3. Débito Cardíaco e Volume Sistólico	20
2.3.1. Imersão em água quente	26
2.3.2. Imersão em água fria	26
2.4. Consumo de Oxigênio	28
2.5. Frequência Cardíaca	37
2.6. Lactato.....	42
2.7. Relação FC/VO ₂	45
2.8. Parâmetros Biomecânicos.....	47
2.8.1. Balanço das forças atuantes na direção vertical sobre um corpo semisubmerso num líquido	54
2.9. Protocolos e ergometria.....	55
3. METODOLOGIA.....	59
3.1. População e Amostra	59
3.1.1. População	59
3.1.2. Amostra.....	59
3.2. Procedimentos para Seleção da Amostra	59
3.3. Instrumentos de Medida	60
3.3.1. Ficha de Dados Individuais	60
3.3.2. Plataformas de Força.....	60
3.3.3. Balança	62
3.3.4. Estadiômetro	62
3.3.5. Sensor de Batimentos Cardíacos.....	62
3.3.6. Analisador de Gases.....	63
3.3.7. Lactímetro	63
3.3.8. Metrônomo	64
3.3.9. Cronômetros	64
3.4. Testagem dos Instrumentos	64
3.4.1. Ficha de Dados Individuais.....	64
3.4.2. Plataformas de Força.....	64
3.4.3. Balança	65

3.5. Variáveis.....	65
3.5.1. Variáveis Dependentes.....	65
3.5.2. Variáveis Independentes.....	65
3.5.3. Variáveis de Controle.....	66
3.6. Desenho Experimental.....	66
3.7. Procedimentos da Coleta de Dados.....	67
3.7.1. Rotinas para determinação das variáveis dependentes.....	69
3.7.1.1. Rotina para determinação do Consumo de Oxigênio.....	69
3.7.1.2. Rotina para determinação da concentração de lactato sanguíneo.....	69
3.7.1.3. Rotina para determinação da frequência cardíaca.....	69
3.7.1.4. Rotina para determinação das forças de reação na vertical.....	70
3.7.1.5. Rotina para determinação do impulso.....	70
3.8. Tratamento Estatístico.....	70
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES.....	85
5.1. Conclusão.....	85
5.2. Sugestões.....	87
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	105

RESUMO

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOMECÂNICAS EM INDIVÍDUOS PRATICANDO EXERCÍCIOS DE HIDROGINÁSTICA DENTRO E FORA D'ÁGUA

Autor: Luiz Fernando Martins Kruehl

Orientador: Dr. Renan Maximiliano Fernandes Sampedro

Co-Orientador: Dr. Aluísio Otávio Vargas Ávila

O objetivo deste trabalho foi comparar alterações fisiológicas e biomecânicas durante exercícios de hidroginástica praticados fora d'água (FD) e nas profundidades de água de cicatriz umbilical (PCU) e de ombro (PO). A amostra foi composta por 23 indivíduos do sexo feminino, com idade média de $54 \pm 11,16$ anos, praticantes de hidroginástica, participantes do programa de extensão universitária da Escola de Educação Física da UFRGS. A amostra inicialmente foi subdividida em cinco grupos (um grupo para cada exercício de hidroginástica, sorteados entre os exercícios mais utilizados pelos professores de hidroginástica do Brasil). Os exercícios sorteados foram o Garça, Lagosta, Jacaré I e II e o Pelicano. A formação dos grupos experimentais foi feita aleatoriamente. Cada exercício foi executado por 5 minutos e o tempo de recuperação entre uma execução e outra foi determinado de forma individual. As variáveis analisadas foram: frequência cardíaca (FC), concentração de lactato sanguíneo (Lac), consumo de oxigênio (VO_2), força de reação vertical (Fz) e o impulso (Imp). Diferentes tratamentos estatísticos foram utilizados para comparar as classes de variáveis classificatórias, para a localização das diferenças, para verificar a correlação entre as variáveis fisiológicas e biomecânicas e para determinar o grau de influência de uma variável sobre outra, usando-se o pacote estatístico SPSS for Windows versão 8.0. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nas variáveis analisadas entre os cinco exercícios realizados, com exceção do VO_2 fora

d'água entre o exercício Lagosta e o Pelicano. O comportamento de todas as variáveis estudadas foi semelhante, apresentando maiores valores quando os indivíduos realizavam o exercício FD, e diminuindo a medida que aumentava a profundidade de imersão. VO_2 e FC não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre FD e PCU, mas mostraram diferenças entre a PO e os outros dois tratamentos (FD e PCU), o mesmo acontecendo para Lac, Imp e Fz. Nos exercícios realizados FD as variáveis fisiológicas tem um maior poder explicativo do fenômeno analisado, enquanto que na PCU e PO são as variáveis biomecânicas que tem um maior poder explicativo dos fenômenos analisados.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO HUMANO
Autor: Luiz Fernando Martins Kruehl
Orientador: Dr. Renan Maximiliano Fernandes Sampedro
Co-Orientador: Dr. Aluísio Otávio de Vargas Ávila
Título: Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d' água.
Tese de Doutorado em Ciência do Movimento Humano
Santa Maria, 15 de janeiro de 2000.

ABSTRACT

PHYSIOLOGICAL AND BIOMECHANICAL ALTERATIONS IN INDIVIDUALS PRACTICING WATER EXERCISES INSIDE AND OUTSIDE OF THE WATER

Author: Luiz Fernando Martins Kruel

Advisers: Dr. Renan Maximiliano Fernandes Sampedro

Dr. Aluísio Otávio Vargas Ávila

The purpose of this work was to compare physiological and biomechanical alterations during water exercises performed outside of the water (FD) and at navel scar (PCU) and shoulders (PO) deep level in the water. Sample was composed of 23 female subjects averaging $54 \pm 11,16$ years of age, practitioners of water gymnastics in the Physical Education School at Federal University of Rio Grande do Sul. In the beginning the sample was divided into 5 groups (one for each kind of water exercise, drawn from the most used ones by the Brazilian professors). The exercises selected were Heron, Lobster, Alligator I and II and Pelican. Experimental groups formation was done randomly. Each exercise was performed during 5 minutes being the recovery time determined individually. The analyzed variables were: heart rate (FC), blood lactate concentration (Lac), oxygen consumption (VO_2), vertical reaction strength (Fz) and impulse (Imp). Several statistic treatments were used in order to compare the classes of the discriminating variables, to localize the differences, to verify the correlation level between physiological and biomechanical variables and to determined the influence level of one variable upon another, using the SPSS statistical package for windows, version 8.0. There were no significant statistical differences in the analyzed variables between the performed exercises, with the exception of the outside of the water

VO₂ of Lobster and Pelican exercises. All studied variables showed similar behavior with values being higher outside the water and diminishing as the immersion was increasing. VO₂ and FC did not show significant statistical difference between FD and PCU, but were different when comparison was made between PO and the other two treatments, as much as it was for variables Lac, Imp, and FZ. In the exercises performed FD, the physiological variables had more power to explain the analyzed phenomena, while inside the water (PCU and PO) the biomechanical variables explain it better.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
HUMAN MOVEMENT SCIENCE GRADUATION PROGRAM

Author: Luiz Fernando Martins KrueI

Advisers: Dr. Renan Maximiliano Fernandes Sampedro

Dr. Aluísio Otávio Vargas Ávila

Title: Physiological and biomechanical alterations in individuals practicing water exercises inside and outside of the water.

Doctoral Thesis in Human Movement Science

Santa Maria, January 15th, 2000.

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Os 10 exercícios mais utilizados na hidroginástica, classificados em ordem decrescente	18
TABELA 02 - Valores médios, desvios padrões e teste de Tukey do número de repetições dos 10 exercícios mais utilizados pelos professores de hidroginástica	18
TABELA 03 - Valores médios, desvios padrões e teste de Tukey do número de repetições dos 10 exercícios mais utilizados pelos professores de hidroginástica.....	19
TABELA 04 - Efeitos da profundidade de água e da velocidade da esteira na FC.....	31
TABELA 05 - Efeitos da profundidade de água e da velocidade da esteira no VO ₂	32
TABELA 06 - Relação entre frequência cardíaca de repouso (FCR) e o decréscimo causado pela imersão na água em uma piscina	41
TABELA 07 - Relação entre as diferentes faixas da FCI e as modificações médias na FC causadas pela imersão nos pontos anatômicos de tornozelo (FCT), joelho (FCJ), quadril (FCQ), cicatriz umbilical (FCU), xifóide (FCX), ombro (FCO), pescoço (FCP) e ombro com os braços fora d' água (FCOF).....	41
TABELA 08 - Médias, desvio padrão, erro padrão, intervalo de confiança da média e valores mínimos e máximos das variáveis peso, estatura e idade.....	72
TABELA 09 - Teste de Normalidade da amostra. Variáveis VO ₂ O, VO ₂ U, VO ₂ F FCO, FCU, FCF, ImpO, ImpU, ImpF, FzF, FzU, FzO, LacO, LacU, LacF	72
TABELA 10 - Médias, desvio padrão e frequência de execução (<i>f</i>) dos exercícios nas variáveis FCO, FCU, FCF, LacO, LacU, LacF, VO ₂ O, VO ₂ U, VO ₂ F, ImpO, ImpU, ImpF, FzO, FzU, FzF e análise de variância entre os exercícios.....	73
TABELA 11 - Análise de Variância das variáveis VO ₂ , FC, Lac, Imp e Fz nos diferentes tratamentos (fora d'água e nas profundidades de água de cicatriz umbilical e ombro)	74
TABELA 12 - Valores médios, desvios padrões, erro, intervalo de confiança e valores máximos e mínimos das variáveis	

FCO, FCU, FCF, LacO, LacU, LacF, VO ₂ O, VO ₂ U, VO ₂ F, ImpO, ImpU, ImpF, FzO, FzU e FzF.....	75
TABELA 13 - Explicação total da variação dos exercícios realizados fora d'água	78
TABELA 14 - Matriz de rotação dos fatores, para as variáveis fisiológicas e biomecânicas dos exercícios realizados fora d'água	79
TABELA 15 - Explicação total da variação nos exercícios realizados na profundidade de cicatriz umbilical	79
TABELA 16 - Matriz de rotação dos fatores, para as variáveis fisiológicas e biomecânicas dos exercícios realizados na profundidade de cicatriz umbilical	80
TABELA 17 - Explicação total da variação nos exercícios realizados na profundidade de ombro	80
TABELA 18 - Matriz de rotação dos fatores, para as variáveis fisiológicas e biomecânicas dos exercícios realizados na profundidade de ombro	81
TABELA 19 - Coeficientes de correlação e nível de significância para as variáveis FCF, LacF, VO ₂ F, ImpF e FzF.....	81
TABELA 20 - Coeficientes de correlação e nível de significância para as variáveis FCU, LacU, VO ₂ U, ImpU e FzU.....	82
TABELA 21 - Coeficientes de correlação e nível de significância para as variáveis FCO, LacO, VO ₂ O, ImpO e FzO.....	83
TABELA 22 - Análise de variação da regressão linear para cálculo do VO ₂ F a partir da FCF	83
TABELA 23 - Coeficientes da equação de regressão simples para cálculo do VO ₂ F a partir da FCF (X ₁)	84
TABELA 24 - Análise de variação da regressão linear para cálculo do LacF a partir da FCF	84
TABELA 25 - Coeficientes da equação de regressão simples para cálculo do LacF a partir da FCF (X ₁)	85

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - Respostas fisiológicas máximas para corrida na água e corrida em esteira.....	30
QUADRO 02 - Desenho experimental da amostra	66

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Exercício Lagosta.....	17
FIGURA 02 – Exercício Manta I	17
FIGURA 03 – Exercício Manta II	17
FIGURA 04 – Exercício Jacaré II.....	17
FIGURA 05 – Exercício Pelicano.....	17
FIGURA 06 – Exercício Avião	17
FIGURA 07 – Exercício Lula.....	17
FIGURA 08 – Exercício Garça I.....	17
FIGURA 09 – Exercício Ouriço I.....	17
FIGURA 10 – Exercício Jacaré I.....	17
FIGURA 11 - Forças que atuam sobre o corpo num movimento ascendente.....	55
FIGURA 12 - Aparelho para coleta e análise de gases	63
FIGURA 13 - Lactímetro Portátil.....	63
FIGURA 14 - Exercícios nas profundidades de ombro, cicatriz umbilical e fora d'água	65
FIGURA 15 - Coleta dos dados de repouso	68
FIGURA 16 - Gráfico representativo da Fz nos diferentes tratamentos.....	78

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

0g	Gravidade Zero
ACM	Associação Cristã de Moços
ACSM	American College Sports Medicine
Bpm	Batimentos por Minuto
Cal	Calorias
CalF	Calorias fora d'água
CalO	Calorias a nível do ombro
CalU	Calorias a nível da cicatriz umbilical
CAP	Corrida em Água Profunda
CAR	Corrida em Água Rasa
CE	Corrida em Esteira
DC	Débito Cardíaco
DC _{água}	Débito Cardíaco na Água
DC _{ar}	Débito Cardíaco no Ar
DC _{max}	Débito Cardíaco Máximo
ESEF	Escola de Educação Física
<i>f</i>	Freqüência de Execução dos Exercícios
F	Força
FC	Freqüência Cardíaca
FCF	Freqüência Cardíaca fora d'água
FCI	Freqüência Cardíaca Inicial
FCJ	Freqüência Cardíaca a nível do joelho
FC _{max}	Freqüência Cardíaca Máxima
FCO	Freqüência Cardíaca a nível do ombro
FCOF	Freqüência Cardíaca a nível do ombro com braços fora d' água
FCP	Freqüência Cardíaca a nível do pescoço
FCQ	Freqüência Cardíaca a nível do quadril
FCR	Freqüência Cardíaca de repouso
FCT	Freqüência Cardíaca a nível do tornozelo
FCU	Freqüência Cardíaca a nível da cicatriz umbilical

FCX	Frequência Cardíaca a nível do apêndice xifóide
FD	Fora d'água
Fz	Força de Reação Vertical
FzF	Força de Reação Vertical fora d'água
FzO	Força de Reação Vertical a nível do ombro
FzU	Força de Reação Vertical a nível da cicatriz umbilical
G	Força de Reação Vertical corrigida para o peso corporal
Imp	Impulso
ImpF	Impulso fora d'água
ImpO	Impulso a nível do ombro
ImpU	Impulso a nível da cicatriz umbilical
kcal/min	Quilocalorias por Minuto
kg	Quilogramas
km/h	Quilômetros por Hora
Lac	Lactato Sangüíneo
LacF	Lactato Sangüíneo fora d'água
LacO	Lactato Sangüíneo a nível do ombro
LacU	Lactato Sangüíneo a nível da cicatriz umbilical
LMM	Laboratório de Medições Mecânicas
LAPEM	Laboratório de Pesquisa e Ensino do Movimento Humano
LAPEX	Laboratório de Pesquisa do Exercício
l/min	Litros por Minuto
ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	Mililitros por quilograma de peso por minuto
mm	Milímetros
mmHg	Milímetros de Mercúrio
m/min	Metros por Minuto
PCU	Profundidade de Cicatriz Umbilical
PO	Profundidade de Ombro
PO ₂	Pressão Parcial de Oxigênio
rep.	Repouso
RQ	Taxa de Troca Respiratória
SSE	Sensação Subjetiva ao Esforço
t	Tempo
V	Volts

VO ₂	Consumo de Oxigênio
VO ₂ F	Consumo de Oxigênio fora d'água
VO ₂ O	Consumo de Oxigênio a nível de ombro
VO ₂ U	Consumo de Oxigênio a nível de Cicatriz Umbilical
VO _{2max}	Consumo Máximo de Oxigênio
VS	Volume Sistólico
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

1. INTRODUÇÃO

1.1. O problema e sua importância

O organismo humano pode, em sua essência, ser considerado como uma complexa sociedade de células de tipos muito diversos e que estão associadas e interrelacionadas, estrutural e funcionalmente, em uma enorme variedade de meios, com a finalidade de executar as funções indispensáveis para que o organismo sobreviva como um todo (KRUEL, 1994).

De acordo com KRUEL (1994), a água é um meio ambiente diferente do ar em vários aspectos. No entanto, o homem, que está adaptado ao ar, insiste em entrar neste ambiente estranho para o trabalho, recreação, higiene e terapia. Estas atividades freqüentemente envolvem exercício, e todo o movimento nos desportos é influenciado pelo meio em que ocorre a atividade.

Na concepção de AVELLINI et al. (1983) pode-se então esperar que o exercício físico aquático produza reações fisiológicas diferentes daqueles ao ar livre devido, tanto ao efeito hidrostático da água nos sistemas cardio-respiratórios, como à sua capacidade de intensificar a perda de calor comparada ao ar.

A imersão no meio líquido expõe o corpo humano a uma nova pressão hidrostática (AGOSTINI et al., 1966; RENNIE et al., 1971; DENISON et al., 1972; ARBORELIUS et al., 1972a; ARBORELIUS et al., 1972b; ETCHT et al., 1974; LANGE et al., 1974; GAUER & HENRY, 1976; HEIGENHAUSER et al., 1977; BLOMQUIST et al., 1980; AVELLINI et al., 1983; BLONQVIST & STONE, 1983, LIN, 1984; SHELDAHL et al., 1984 e GREENLEAF et al., 1988) a outra viscosidade do meio (DENISON et al., 1972), a novas condições térmicas (KEATINGE & EVANS, 1961; KAWAKAMI et al., 1967; COSTILL et al., 1967; RENNIE et al., 1971; DENISON et al., 1972; ARBORELIUS et al., 1972a; HÖLMER & BERGH, 1974; FOLINSBEE, 1974, ECHT et al., 1974; McARDLE, 1976; McMURRAY & HORWATH, 1979, AVELLINI et al., 1983; SHELDAHL, 1985 e CHOUKROUN & VARENE, 1990), e a estímulos reflexos (DENISON et al., 1972; ARBORELIUS et al., 1972a e GAUER & HENRY, 1976), que

poderiam alterar as respostas cardio-circulatórias durante o exercício e em repouso. Os efeitos destas trocas, de acordo com DENISON et al. (1972), podem variar com alterações na postura, na intensidade de trabalho, tipo de movimento de braços; temperatura da água e deveriam ser mais evidentes em exercícios máximos em água fria.

Para SHELDAHL (1985), a modalidade mais convencional de exercícios aquáticos é a natação. Suas vantagens incluem um mínimo estresse nas articulações que suportam peso, redução do estresse relativo ao calor em água fresca e a possibilidade de exercitar-se numa capacidade aeróbica ideal, desde que o indivíduo tenha relativo domínio da técnica dos estilos de nado. A maior desvantagem da natação é que muitos indivíduos não tem habilidades adequadas para exercitar-se num nível aeróbico ideal.

Conforme CASSADY & NIELSEN (1992) uma outra forma de exercícios aquáticos - a calistenia na água (hidroginástica) - pode ser uma alternativa viável aos exercícios em terra para indivíduos com artrites, com dores nas costas e para vários tipos de disfunções ortopédicas que tenham dificuldades com os componentes de peso-apoio dos exercícios terrestres. Estes exercícios na água estão crescendo em popularidade. Tanto os adeptos tradicionais de atividades físicas, bem como as pessoas que estão iniciando uma atividade (indivíduos com sobrepeso, gestantes, sedentários e idosos) podem participar desta modalidade de exercício.

Na hidroginástica vários tipos de caminhadas, corridas, saltos e chutes são realizados na água, em diferentes profundidades. A maior vantagem destes tipos de exercícios segundo EVANS et al. (1978), SHELDAHL (1985), WHITLEY & SCHOENE (1987), CASSADY & NIELSEN (1992), WILDER & BRENNAN (1993), WILDER et al. (1993) e WILBER et al. (1996) é a menor incidência de estresse nas articulações comparada aos mesmos exercícios realizados na terra, principalmente, para indivíduos com problemas nas articulações dos membros inferiores e de peso. E, ainda, exercícios que talvez não atinjam um mínimo nível aeróbico na terra (ex.: caminhada lenta) talvez resultem em um treinamento adequado na água, devido ao aumento da resistência da mesma durante o movimento.

As desvantagens desta modalidade de exercícios, de acordo com SHELDAHL (1985), é sua limitada viabilidade durante a realização dos

programas, associada a alguns dos mesmos problemas que são encontrados na dança aeróbica (ex.: manutenção de uma intensidade ideal quando participando de atividades em grupo), desvantagem esta não aceita por outros autores como SOVA (1991) e ABOARRAGE Jr. (1997).

De acordo com CASSADY & NIELSEN (1992) apesar dos benefícios dos exercícios aquáticos, poucas pesquisas tem sido conduzidas para comparar as respostas fisiológicas de exercícios realizados em terra ou na água.

Para BULLARD & RAPP (1970) e EVANS et al. (1978) há duas características de imersão na água que talvez sejam especialmente benéficas num programa de exercícios. Primeiro o efeito de flutuação na imersão, pois o mesmo reduz o estresse nas articulações que suportam peso, comparado a exercícios feitos no solo. Uma vez que os efeitos de boiar e resistência da água tornam possíveis altos níveis de gasto de energia com relativamente pouco movimento e esforço das articulações dos membros inferiores, isto talvez permita um maior e mais rápido progresso em termos de intensidade, frequência e duração dos exercícios, assim como diminui o risco de ocorrer traumatismos nas articulações que suportam peso durante o exercício. Em termos de pressão da articulação, quanto mais pesado o indivíduo, maior as forças de impacto nas articulações do pé, tornozelo e pelve. Esta pressão aumenta significativamente da caminhada para a corrida ou dança aeróbica de alto impacto e pode causar vários tipos de lesões relacionadas ao esforço nestas articulações.

Uma segunda característica da imersão na água, segundo os autores anteriormente citados, que talvez seja benéfica num programa de exercícios é o alto calor específico e a termocondutividade da água comparada com a do ar, as quais aumentam a capacidade de remover calor do corpo em água fresca. Para SHELDAHL (1985), isto pode resultar num menor estresse durante o exercício, o que pode ser especialmente benéfico para os obesos, visto que há indicações que eles não cheguem a atingir alto esforço e calor comparados ao estresse associado a indivíduos de peso normal.

Segundo COSTILL (1971) os homens são raramente conscientes da resistência oferecida pelo meio ambiente na qual ele tenta se deslocar nos exercícios em condições normais. A viscosidade e a resistência de atrito geradas pelos movimentos de mãos e pernas no ar tem um gasto energético

individual relacionado ao gasto energético total do organismo. Entretanto a viscosidade e a resistência de atrito presentes na água oferecem um substancial aumento da resistência nivelando a maioria dos limites alcançados pelos movimentos de membros.

Para o autor citado anteriormente, no passado, medidas da resistência da água e do movimento humano eram estudadas com o objetivo de melhorar a resistência na natação. A resistência da água é responsável por um aumento médio de aproximadamente 34% da energia requerida durante o exercício submáximo. Este aumento calórico requerido parece ser indiferente a intensidade da carga de trabalho. Entretanto, o autor julga que pesquisas adicionais são necessárias para referendar estes achados e identificar a influência da resistência da água nos vários tipos e taxas metabólicas de movimento corporal.

No entendimento de COSTILL (1971), uma teoria possível para as calorias requeridas e a eficiência no trabalho são provavelmente afetadas proporcionalmente pela área corporal colocada em movimento durante a carga de trabalho.

Com a imersão vertical do corpo na água, tanto em exercícios aquáticos, exercícios na bicicleta ergométrica, caminhadas na água ou outras situações, deve ser observado que há um gradiente hidrostático de pressão exercido na superfície do corpo. Devido a este gradiente de pressão da água, há uma transferência de sangue venoso das extremidades inferiores e do abdômen para a região torácica, resultando num aumento do volume central de sangue (SHELDAHL, 1985).

Estudos em humanos, no estado de repouso durante a imersão, com apenas a cabeça fora da água, mostraram que o volume central de sangue é aumentado. A pressão venosa central é aumentada em 12-18 mm Hg (ARBORELIUS et al., 1972a e RISCH et al., 1978a), e a frequência cardíaca (FC) é aumentada em 25% ou mais (ARBORELIUS et al., 1972a e BEGIN et al., 1976) e também é observado um aumento nas dimensões no ventrículo esquerdo ao final da diástole e ao final da sístole durante níveis moderados de exercícios na bicicleta com imersão do corpo até o pescoço (SHELDAHL et al., 1984). Outros (DRESSENDORFER et al., 1976 e AVELLINI et al., 1983) tem mostrado que a frequência cardíaca (FC) talvez se altere durante o exercício

por causa da temperatura da água e/ou por efeitos de hipervolemia central. Portanto, se a intensidade do exercício é regulada pela FC, a frequência apropriada para o treinamento em posição vertical com água pelos ombros talvez se diferencie daquela necessária em terra.

No entender de CUNHA et. al. (1995) a análise do movimento é um recurso importante para o estudo e a compreensão da motricidade humana. Com ela pode-se não só medir e descrever o movimento, como também compreender de que forma ele é controlado (ZATSIORSKY & FORTNEY, 1993).

Com a crescente melhoria dos recursos tecnológicos, segundo CUNHA et al. (1995), tem-se utilizado técnicas de registro nas mais variadas áreas de estudo. O instrumental necessário para tal fim vem se tornando cada vez mais acessível a muitos interessados no estudo do corpo humano. Entretanto, é muito importante o rigor científico neste tipo de análise, principalmente, quando busca-se dados quantitativos para representar uma ação motora.

As técnicas utilizadas na biomecânica, para OLIVEIRA et al. (1995), são elos importantes de integração com as análises do movimento na área de fisiologia do exercício. A biomecânica para AMADIO (1993) deriva-se das ciências naturais, e se ocupa das análises físicas do sistema biológico e, conseqüentemente de análises do movimento humano. O estudo do movimento resulta de investigações que são obtidas pelo uso de métodos e técnicas próprias.

Para SACCO & AMADIO (1995) a descrição quantitativa de aspectos biomecânicos do movimento humano seguramente está ligada às forças que causam o movimento observado, assim como suas repercussões no fenômeno analisado. As forças que agem no corpo humano podem ser divididas em duas categorias: as forças internas, como a força muscular por exemplo, e as forças externas que determinam todas as interações físicas entre o corpo e o meio ambiente, por exemplo, as forças de reação do solo. Portanto, o movimento humano apresenta-se estruturalmente modificado de acordo com as características próprias de cada indivíduo, sua morfologia, tipo de atividade, idade e presença de determinadas patologias, entre outros fatores.

A investigação da força de reação do solo na fase de apoio dos movimentos de locomoção, bem como da distribuição de pressão dinâmica na

superfície plantar, traz importantes conhecimentos sobre a forma e características da sobrecarga mecânica sobre o aparelho locomotor humano e seu comportamento para movimentos selecionados. Por isso informações referentes a estas variáveis podem ainda revelar sobre a estrutura e função do pé, o controle postural, ou ainda sobre o controle do movimento.

Na concepção de DUARTE et al. (1995) as formas de locomoção realizadas em atividades físicas são bastante variadas, tais como o andar, o correr, o saltar. E dentre outras, pode-se citar a hidrogenástica.

São reconhecidas as altas forças de impacto associadas à execução de diferentes atividades esportivas, como a dança aeróbica (FRANCIS et al., 1988 e MICHAUD et al., 1993), o movimento de rebote do basquetebol (VALIANT & CAVANAGH, 1985) e aterrissagens da ginástica olímpica (OZGUVEN & BERNE, 1988). Entretanto ao revisar a literatura constatou-se que nada tem sido investigado acerca dos níveis de sobrecarga que resultam da prática da hidrogenástica.

Reconhecer variáveis físicas e fisiológicas que possam ser determinantes sobre a regulação de uma posição corporal é uma tarefa importante, pois permite dentre outros aspectos, que um observador externo possa inferir e diferenciar movimentos visualmente semelhantes, entretanto em profundidades de água e meios diferentes.

Além disto, é importante buscar os conhecimentos de outras áreas a fim de complementar a compreensão deste fenômeno. Neste caso, tanto a Fisiologia como a Aprendizagem Motora aparecem muito próximas da Biomecânica no sentido de embasar a análise do movimento.

Encontrou-se muitos estudos na literatura a respeito de alterações fisiológicas no meio líquido. A análise fisiológica, no entendimento do pesquisador, não é suficiente para compreender claramente os fenômenos investigados no meio aquático. Necessita-se, então, associar as informações fisiológicas obtidas com aquelas provenientes de outras áreas do conhecimento científico, buscando formar um campo de trabalho com ampla possibilidade de aplicação e integração. Dentre estas, a integração entre variáveis biomecânicas e fisiológicas parecem ser um bom exemplo, apesar dos trabalhos encontrados na literatura serem poucos e não conclusivos, de uma forma geral, e inexistentes quando tentou-se relacionar as alterações

fisiológicas de FC, consumo de oxigênio (VO_2) e Lactato Sangüíneo com variáveis biomecânicas de força de reação do solo exercida na vertical, por exemplo, em diferentes profundidades de água, uma vez que até bem pouco tempo não existia uma plataforma de força que fosse possível ser colocada no meio líquido. A partir da tese de ROESLER (1997), que desenvolveu uma plataforma de força para aquisição de forças e momentos no três eixos (x, y e z), isto se torna possível.

De acordo com LOPES et al. (1995), um dos problemas mais críticos na avaliação fisiológica e biomecânica de indivíduos é a aplicação dos resultados em situação real da modalidade. Se de um lado, o controle laboratorial de uma série de avaliações orgânicas favorece a confiabilidade dos resultados, de outro, muitas vezes não representa auxílio na preparação física dos indivíduos, pelo distanciamento das situações envolvidas. Assim sendo, cada vez mais trabalhos associando a fisiologia do exercício e a biomecânica têm se preocupado em desenvolver avaliações no campo de trabalho real de uma determinada modalidade. Nessas situações, o controle do esforço realizado se torna crítico na validade do teste. Complementando este raciocínio, CORSINO et al. (1995), dizem que a literatura científica indica que para avaliar as respostas fisiológicas e metabólicas em indivíduos deve-se tentar reproduzir os movimentos específicos requeridos pela atividade física durante o processo de medição. Somente assim será possível obter resultados confiáveis das respostas fisiológicas e metabólicas na atividade de interesse.

Baseado no que foi exposto e utilizando as metodologias e recursos técnicos que foram desenvolvidos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Federal de Santa Maria através dos seus laboratórios e grupos de pesquisa e também devido a grande utilização atualmente da hidroginástica por profissionais de Educação Física pretende-se com este estudo verificar:

QUAIS SÃO AS ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOMECÂNICAS EM INDIVÍDUOS PRATICANDO EXERCÍCIOS DE HIDROGINÁSTICA FORA D' ÁGUA E EM DUAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DE ÁGUA?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Comparar as alterações fisiológicas e biomecânicas durante exercícios de hidroginástica praticados fora d' água e nas profundidades de água de cicatriz umbilical e de ombro.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ♣ Determinar o comportamento do consumo de oxigênio durante cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) praticados fora d' água ($V\dot{O}_2F$) e nas profundidades de água de cicatriz umbilical (VO_2U) e de ombro (VO_2O);
- ♣ Determinar o comportamento do lactato sanguíneo durante cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) praticados fora d' água (LacF) e nas profundidades de água de cicatriz umbilical (LacU) e de ombro (LacO);
- ♣ Determinar o comportamento da frequência cardíaca durante cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) praticados fora d' água (FCF) e nas profundidades de água de cicatriz umbilical (FCU) e de ombro (FCO);
- ♣ Determinar as forças de reação do solo na vertical durante cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) praticados fora d' água (FzF) e nas profundidades de água de cicatriz umbilical (FzU) e de ombro (FzO);
- ♣ Determinar o impulso durante cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) praticados fora d' água (ImpF) e nas profundidades de água de cicatriz umbilical (ImpU) e de ombro (ImpO);
- ♣ Comparar o comportamento do consumo de oxigênio entre os cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) e nas diferentes profundidades de água e fora d' água;

- ♣ Comparar o comportamento do lactato sangüíneo entre os cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) e nas diferentes profundidades de água e fora d' água;
- ♣ Comparar o comportamento da frequência cardíaca entre os cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) e nas diferentes profundidades de água e fora d' água;
- ♣ Comparar o comportamento das forças de reação do solo na vertical entre os cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) e nas diferentes profundidades de água e fora d' água;
- ♣ Comparar o comportamento do impulso entre os cinco exercícios de hidroginástica (garça, lagosta, jacaré I, jacaré II e pelicano) e nas diferentes profundidades de água e fora d' água;

1.3. Definição de Termos

ORTOSTÁTICO - Para CONVERTINO (1983), o termo ortostático é derivado das palavras gregas "*ortho*", significando fatos relativos causados pela postura ereta, e "*stasis*" significando "pertinente a condição estacionária".

IMPULSO - De acordo com RESNICK & HALLIDAY (1984) a integral da força no intervalo de tempo durante o qual ela atua é chamada de impulso da força. Assim, a variação do momento de um corpo sob a ação de uma força impulsiva é igual ao impulso. Ambos, impulso e momento, são grandezas vetoriais, e ambos têm as mesmas unidades e dimensões. Para HAY (1981), este produto de uma força constante pelo tempo durante o qual ela age é representado pela área retangular sob a curva força-tempo para esse intervalo de tempo.

1.4. Limitações

O presente estudo apresenta informações sobre o comportamento de variáveis fisiológicas e biomecânicas em cinco exercícios de hidroginástica realizados fora d'água e nas profundidades de água determinadas pelos pontos anatômicos de cicatriz umbilical e ombro. Porém, como todo trabalho de pesquisa, ele apresenta limitações. Algumas derivadas da metodologia

adotada, outras decorrentes da visão unilateral do pesquisador, e outras influenciadas por condições externas.

Assim, dentre outras, pode-se apontar as seguintes limitações:

- a) a falta de trabalhos nas áreas abrangentes deste estudo, impossibilitando maior discussão dos resultados encontrados, principalmente em relação as variáveis biomecânicas;
- b) o fato de os sujeitos pertencerem a uma só instituição, leva a restringir as generalidades do estudo a outras amostras que apresentem características semelhantes;
- c) a impossibilidade de um maior tamanho da amostra, para cada exercício analisado; e
- d) o número reduzido de exercícios analisados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. História

Para EPSTEIN (1976) e SKINNER & THOMSON (1985), o uso da imersão na água como um agente terapêutico não possui data recente, mas é sabido que Hipócrates (460-375 a.C.) empregava água quente e fria no tratamento das doenças.

Conforme PINHEIRO & LEÃO (1989), a água era amplamente utilizada pelos romanos, e no século V a.C. a medicina grega também menciona a importância da água como agente de cura. Ainda de acordo com o autor, numa perspectiva mais transcendental, a cultura grega cultivava, até hoje, muitos mitos que atribuem à água poderes sobrenaturais, como a fonte do amor e a fonte da juventude. Existem também relatos de atividades terapêuticas, tais como: a Helioterapia, a Crenoterapia, a Talassoterapia, a Balteoterapia e a Hidrocinesioterapia.

SKINNER & THOMSON (1985), relatam que em 1830, um camponês na Silésia, Vincent Prassnitz, estabeleceu um centro para o uso da água fria e exercício vigoroso. Prassnitz estimulou consideravelmente o pensamento no continente, e pela primeira vez foi empreendida investigação científica sobre as reações dos tecidos na água a várias temperaturas, e sua reação nas doenças.

Para CAMPBELL et al. (1969) e FOLINSBEE (1974), Paul Bert em 1870, foi o primeiro a registrar a bradicardia em animais quando os mesmos colocam o rosto na água. Esta bradicardia devido ao mergulho foi observada em muitos vertebrados. Embora para FOLINSBEE (1974), foi Charles Richet em 1894 quem indicou a importância desta bradicardia durante o bloqueio da respiração. E de acordo com CAMPBELL et al. (1968), Irving, em 1934, propõe que a bradicardia é somente um dos componentes dos reflexos cardiovasculares que ocorrem quando um indivíduo coloca o rosto embaixo d'água.

Mas de acordo com RISCH et al. (1978a), a técnica de imersão de um homem em uma piscina termoneutra foi introduzida pela primeira vez em uma pesquisa fisiológica em 1924 por Bazett et al.. EPSTEIN (1978), acrescenta

que as contribuições científicas de Bazett et al. são geralmente citadas na literatura como a "pedra fundamental" nos estudos sobre os efeitos da imersão sobre a função renal. Entretanto, chama a atenção que as noções sobre as alterações nas funções renais foram apreciadas anteriormente a Bazzett et al., citando como exemplo os livros com os títulos de "*Water versus Hydroterapy or na Essay on Water*" e "*Its True Relations to Medicine*", de Hartshorne e publicado em 1847, onde o referido autor claramente reconhece as respostas diuréticas resultantes da imersão. Dizem ainda EPSTEIN (1976 e 1978), que o conceito de imersão constituindo um meio agudo de redistribuição do volume sanguíneo com o incremento do volume sanguíneo central foi largamente ignorado durante os 100 anos subseqüentes.

Acrescentam ainda, EPSTEIN (1976 e 1978) que o uso da imersão na água como forma de investigação somente ganhou ímpeto após os estudos de regulação do volume sanguíneo propostos por Gauer & Henry em 1951.

Segundo RISCH (1978b), a imersão em uma banheira termoneutra provou ser um expediente útil para provocar uma distensão do coração e para estudar efeitos mecânicos secundários e de reflexo, tornando-se para GAUER & HENRY (1976), um instrumento indispensável para a análise de controle do volume de plasma através de mecanorreceptores cardíacos. EPSTEIN et al. (1976) mostraram que esta técnica pode se tornar de considerável valor no diagnóstico e talvez no tratamento de pacientes com anormalidades de metabolismo líquido e mineral.

Durante as décadas passadas, de acordo com WILMORE (1969) numerosas investigações relativas à área da composição corporal foram realizadas utilizando a técnica de pesagem hidrostática, baseadas no princípio de Arquimedes, para determinação da densidade corporal e da gravidade específica.

Já BLOMQVIST (1983) e SHELDAHL et al. (1984), preocupados com as alterações e adaptações cardiovasculares provocadas com a gravidade zero (0g) em vôos espaciais, citam que as técnicas de simulação em gravidade normal, como descanso horizontal na cama, inclinação da cabeça para baixo e imersão vertical na água, devem ser mais pesquisadas, pois são excelentes para simularem as condições de 0g encontradas pelos astronautas.

EPSTEIN (1976 e 1978) ao citar os trabalhos de vários autores (Sutherland, 1764; Currie, 1808; Hartshone, 1847; Krizk, 1963 e Barzin, 1975) diz que o uso da imersão na água como agente terapêutico é muito antigo e que todas as civilizações antigas - Egípcios, Hebreus, Persas, Hindus e Chineses - referem as reais propriedades da imersão na água. Durante os subseqüentes 3000 anos, a "hidroterapia" passou por diversas fases de modismos e popularidade. E que ultimamente, os exercícios dentro d' água se tornaram uma forma de atividade física largamente utilizada principalmente como uma forma de simular o baixo impacto.

2.2. Atividades Físicas na posição vertical no meio líquido

De acordo com KRUEL (1994), na água, a habilidade de um corpo flutuar é importante na maioria dos esportes aquáticos. Atualmente, não só esta habilidade é importante, mas também as forças que atuam no meio aquático, fazendo com que o indivíduo diminua o peso hidrostático, e conseqüentemente, as forças compressivas que atuam nas articulações, principalmente nas de membros inferiores, reduzindo assim o estresse e provavelmente as lesões articulares.

De acordo com SANDINO (1968), HAY (1981) e SKINNER & THOMSON (1985), dentre as leis físicas da água, as mais importantes são as de flutuação (princípio de Arquimedes) e da pressão hidrostática (lei de Pascal).

O princípio de Arquimedes (para os autores citados anteriormente) diz que quando um corpo está completa ou parcialmente imerso em um líquido o mesmo recebe uma força para cima (empuxo) igual ao peso do volume de líquido deslocado.

Segundo GLEIM & NICHOLAS (1989), YAMAJI et al. (1990), TOWN & BRADLEY (1991), WILDER & BRENNAN (1993), WILDER et al. (1993) e WILBER et al. (1996) as atividades físicas na água na posição vertical são modalidades terapêuticas potencialmente úteis em indivíduos com problemas de quadril, perna ou costas, uma vez que o corpo humano é mais flutuante na água. De acordo com KRUEL (1994) e KRUEL (1995b), em indivíduos com idade entre 18 e 25 anos ocorre uma redução média no percentual do peso

hidrostático que varia no sexo feminino de $2,418 \pm 0,444$ na profundidade de tornozelo a $92,137 \pm 1,210$ na profundidade de pescoço e no sexo masculino de $2,436 \pm 0,379$ na profundidade de tornozelo a $90,114 \pm 1,157$ na profundidade de pescoço.

Para GLEIM & NICHOLAS (1989), esta flutuabilidade diminui as forças compressivas nas articulações, e muitos indivíduos que não podem suportar muito peso numa determinada articulação podem, assim, usar músculos que não estão sendo usados em terra e também podem aumentar a sua gama de movimentos com este tipo de atividade.

De acordo com GREEN et al. (1990), TOWN & BRADLEY (1991), WILDER & BRENNAN (1993), WILDER et al. (1993), WILBER et al. (1996) e DENADAI et al. (1997) os defensores da caminhada/corrída na água sugerem que esta modalidade pode ser usada para manter a aptidão aeróbica, porém sem o trauma ortopédico associado à corrida em terra. Treinadores também estão incorporando a corrida na água como parte de seus regimes regulares de treinamento, mesmo em corredores não lesionados.

EVANS et al. (1978) e WHITLEY & SCHOENE (1987) demonstraram que a caminhada na piscina à profundidade da cintura aumenta o VO_2 e a FC. Conseqüentemente, para os referidos autores, mais trabalho é possível a menores velocidades caminhando-se na água numa piscina à nível da cintura, com menos tensão nas articulações.

Para HEIGENHAUSER et al. (1977), WHITLEY & SCHOENE (1987) e GLEIM & NICHOLAS (1989), outra aplicação importante para a caminhada na água é a reabilitação cardíaca, especialmente para pacientes que também tem excesso de peso e problemas nas articulações inferiores do corpo. Para estes indivíduos, depois de serem liberados para realizarem exercícios pelo médico, o programa detalhado, específico de exercícios geralmente é prescrito por um terapeuta físico qualificado, fisiologista do exercício ou enfermeira especializada. Em termos de intensidade (FC), deve-se tomar cuidado para baseá-la mais em sintomas limites do que em variáveis de desempenho.

Já para YAMAJI et al. (1990), RITCHIE & HOPKINS (1991), WILDER & BRENNAN (1993), WILDER et al. (1993) e WILBER et al. (1996) o "*deep-water*" é uma forma de exercícios aquáticos que simula os movimentos naturais

da corrida em terra. Ele está se tornando uma forma popular de exercício para os corredores durante os períodos de lesão devido ao menor "stress" articular que a corrida normal. Alguns corredores também estão incluindo como parte de seu programa de treinamento como forma de reduzir o "*overtraining*". Entretanto, a eficácia deste método de treinamento para os referidos autores ainda não está muito clara.

Acrescentam ainda WENGER & BELL (1986), que a manutenção e o incremento da potência aeróbica é um dos objetivos primários no treinamento de longa duração, e isto requer atividades físicas que possam atingir altas performances e altas intensidades por longos períodos.

Segundo MENDES (1991), a hidroginástica começou a ser desenvolvida no início do século nos *spas* da Inglaterra e há 30 anos atrás foi levada para os Estados Unidos da América através da Associação Cristã de Moços (ACM). É hoje uma atividade muito utilizada, principalmente nos Estados Unidos, Brasil, Japão e Alemanha. No Brasil, ela está bastante difundida, sendo praticada principalmente por mulheres. Nos programas de extensão em hidroginástica, promovidos pela Escola de Educação Física da UFRGS, desde 1988, quase 100% dos praticantes são mulheres, com idade superior a 30 anos.

A hidroginástica é uma forma alternativa de condicionamento físico, constituída de exercícios aquáticos específicos, baseados no aproveitamento da resistência da água como sobrecarga, e segundo KOSZUTA (1989), estes exercícios facilitam o movimento, o condicionamento físico e o treinamento de força. Os exercícios são realizados de maneira agradável e recreativa. Além dos fatores já mencionados, a posição vertical na hidroginástica torna-se importante para as pessoas que possuem insegurança no meio líquido, principalmente as que não colocam o rosto na água, o que é inevitável na prática da natação (MAZETTI, 1993 e MARQUES, 1995).

De acordo com EVANS et al. (1978) e CASSADY & NIELSEN (1992) tais programas de exercícios podem ser planejados para incorporarem o uso de grupos musculares, tanto de extremidades superiores quanto de extremidades inferiores, através de uma série completa de movimentos articulares com mínimo desgaste muscular resultando num menor prejuízo músculo-esquelético. Trabalhando contra a resistência da água, a aptidão

cardio-respiratória pode ser aperfeiçoada ou mantida (EVANS et al., 1978 e KOSZUTA, 1986).

Segundo ABOARRAGE Jr. (1997), dentro de qualquer modalidade, como por exemplo tênis, basquete, vôlei, futebol e atletismo, a hidroginástica surge como um treinamento complementar, pois permite que se reduza o volume de treinamento em campo, enquanto se procura melhorar e/ou manter a performance. Um menor volume de treinamento, para o referido autor, significa menos esforço e menos traumas neuromusculares.

GRIMES & KRASEVEC (s.d.) ressaltam que a hidroginástica pode ser considerada como uma atividade física onde soma-se o trabalho de musculação com o trabalho aeróbico mais a massagem. Citam ainda como vantagens da hidroginástica a melhora da resistência aeróbica, da resistência muscular localizada, da flexibilidade, diminuição do percentual de gordura e da frequência cardíaca de repouso (FCR) e com menor risco de lesões articulares.

A hidroginástica, em virtude da sua ascendência e sua grande procura, quer por atletas ou não atletas, idosos, obesos ou gestantes, vem tornando-se um foco de estudo de muitos profissionais como SOVA (s.d), GEHLSSEN et al. (1984), YAZAWA et al. (1989), BEASLEY (1989), SOVA (1991), ALVES (1994), BONACHELA (1994), PAULO (1994), KRUEL (1994), ROCHA (1994), MARQUES (1995), BECKER (1995), SANTOS (1996) TEMPLETON et al. (1996) e MORAES (1998), entre outros, que trabalham no sentido de ampliar os conhecimentos desta área.

Pela sua importância, cabe chamar a atenção ao estudo realizado por MORAES (1998), que teve como título "Metodologia de medida de esforço para exercícios de hidroginástica em diferentes profundidades de água". Este estudo foi dividido em quatro etapas: na primeira etapa foram verificados os 10 exercícios mais utilizados pelos professores de hidroginástica, na segunda etapa foi determinado o número médio de repetições de cada um dos exercícios de hidroginástica, na terceira etapa foi determinada o tempo de execução mínimo do exercício para este atingir o platô de VO_2 . E na quarta e última etapa foi testada a fidedignidade da metodologia proposta pelo referido autor.

De acordo com MORAES (1998), após entrevistar 36 professores de hidroginástica de diferentes regiões do Brasil, os dez exercícios (TABELA 01)

mais utilizados pelos professores de hidroginástica em ordem decrescente foram: Lagosta I (FIG. 01), Manta I (FIG. 02), Manta II (FIG. 03), Jacaré II (FIG. 04), Pelicano (FIG. 05), Avião (FIG. 06), Lula (FIG. 07), Garça I (FIG. 08), Ouriço I (FIG. 09) e Jacaré I (FIG. 10). Cabe salientar que estes nomes de exercícios são propostos pelo "Método Aquamotion" (BUCHANAN & MILES, 1991). Os exercícios (FIG. 01, 04, 05, 08 e 10) com fotos coloridas, foram os utilizados no presente estudo.



FIG. 01



FIG. 02



FIG. 03



FIG. 04



FIG. 05



FIG. 06



FIG. 07



FIG. 08



FIG. 09



FIG. 10

TABELA 01 - Os 10 exercícios mais utilizados na hidroginástica, classificados em ordem decrescente

Exercício (N=36)	Classificação por utilização	Pontuação
Lagosta I	1º	856
Manta I	2º	673
Manta II	3º	670
Jacaré II	4º	556
Pelicano	5º	544
Avião	6º	537
Lula	7º	524
Garça I	8º	517
Ouriço I	9º	508
Jacaré I	10º	495

Fonte: MORAES (1998)

Na segunda etapa de seu trabalho, MORAES (1998) utilizou 130 indivíduos para determinar o número médio de repetições, a cada dois minutos, nos dez exercícios mais utilizados pelos professores de hidroginástica (os resultados encontrados em seu estudo estão relacionados na TABELA 02). De acordo com o referido autor, quando os indivíduos trabalham em uma mesma sensação subjetiva ao esforço (intensidade moderada) os exercícios apresentam diferenças estatisticamente significativas em relação ao número médio de repetições e estas diferenças encontradas podem ser atribuídas a vários fatores como: propriedades físicas da água, tipos de movimento do corpo e ação e reação do solo.

TABELA 02 - Valores médios, desvios padrões e teste de Tukey do número de repetições dos 10 exercícios mais utilizados pelos professores de hidroginástica

Exercícios	Número de repetições		Grupos * *
	N	$\bar{x} \pm \delta$	
Lagosta I	130	86,05 ± 21,04	A
Jacaré II	130	70,98 ± 16,86	B
Avião	130	64,12 ± 8,85	C
Lula	130	64,48 ± 9,59	C
Manta I	130	64,15 ± 8,26	C
Jacaré I	130	63,67 ± 10,36	C D
Ouriço I	130	62,16 ± 7,65	C D
Pelicano	130	61,18 ± 9,05	C D E
Manta II	130	58,66 ± 6,99	D E
Garça I	130	57,00 ± 8,72	E

* F = 53,74 p < 0,05 da ANOVA (one-way)

* * letras diferentes são estatisticamente diferentes

Fonte: MORAES (1998)

Para MORAES (1998), os exercícios são feitos em diferentes números de repetições. Por exemplo o exercício Manta II e o Garça I com médias de

58,66 \pm 6,99 e 57,00 \pm 8,72, respectivamente, foram os exercícios de menor número de repetições, devido segundo o autor citado, ao tipo de movimento, onde, à medida que os braços e pernas se aproximam da superfície, seu momento de flutuação é aumentado, conseqüentemente a velocidade do movimento e o número de repetições será menor. O autor entretanto encontrou no exercício Lagosta I, que é o exercício mais utilizado pelos professores de hidroginástica, 86,05 \pm 21,04 repetições no mesmo período de tempo. Estas afirmações conduzem à necessidade de avaliar-se os exercícios que serão utilizados no momento da montagem da aula, bem como ter conhecimento do tipo de exercício que deve ser trabalhado no início da fase aeróbica, no ápice e no final da mesma, para que a meta de cada fase seja alcançada. A respeito disto, outra conclusão importante, relatada em seu estudo, é que os alunos precisam de um tempo mínimo de dois minutos e vinte segundos para atingirem o platô do VO₂ (TABELA 03).

O que temos constatado ao observarmos aulas nos mais diferentes lugares é que os professores utilizam normalmente um tempo de aproximadamente um minuto ao ministrarem exercícios com objetivos de trabalhos aeróbicos.

TABELA 03 - Valores médios, desvios padrões e teste de Tukey do VO₂ nos tempos de execução do exercício na profundidade de ombro

Tempo (minutos e segundos)	Consumo de Oxigênio (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)		Grupos * *
	N	X \pm s*	
2'	24	8,71 \pm 2,31	C
2'20"	24	11,30 \pm 3,28	B
2'40"	24	12,55 \pm 3,17	A B
3'	24	14,15 \pm 2,84	A
4'	24	13,48 \pm 3,57	A B
5'	24	13,31 \pm 3,44	A B

* Valor de F= 9.67- significante para p<0,05

* * letras diferentes são estatisticamente diferentes

Fonte: MORAES (1998)

De acordo com MORAES (1998), alguns autores como Bonachela e Krasevec & Grimes, utilizam o tempo de 2 minutos para a execução de cada exercício na fase aeróbica, mas não justificam o porquê deste tempo. Em contrapartida a maioria dos profissionais de hidroginástica trabalham com o tempo de 1 minuto ou até menos. Um dos objetivos do trabalho de MORAES

(1998) foi a tentativa de estabelecer um tempo adequado para execução dos exercícios baseado em medidas científicas. O tempo estabelecido pelo autor foi de dois minutos e vinte segundos, uma vez que os indivíduos atingiram o estado de equilíbrio (“*steady state*”) neste tempo. Através do conhecimento do tempo e do tipo de movimento que está sendo utilizado, pode-se montar uma rotina de exercícios que atenda os objetivos da fase aeróbica em uma aula de hidroginástica.

2.3. Débito Cardíaco e Volume Sistólico

Segundo VANDER et al. (1981) e McARDLE et al. (1985), o débito cardíaco (DC) é o indicador primário da capacidade funcional da circulação para atender às exigências da atividade física. O rendimento do coração, à semelhança de qualquer bomba, é determinado por sua frequência de bombeamento (FC) e pela quantidade de sangue impulsionada em cada ejeção sistólica, ejeção esta chamada de volume sistólico (VS). Assim sendo, o DC pode ser assim computado: $DC = FC \times VS$, podendo também ser calculado utilizando-se o princípio formulado por Fick em 1870 (equação de Fick), onde $DC = (VO_2/\text{diferença artério-venosa}) \times 100$. O DC é normalmente expresso em litros por minuto.

Para VANDER et al. (1981), LEITE (1984), McARDLE et al. (1985), ASTRAND & RODAHL (1987) e ALFIERI & DUARTE (1993), o DC de repouso varia entre 4 a 6 l/min. Durante o exercício ele aumenta linearmente com o aumento do consumo de O_2 , mas se for considerada a variação dos valores de repouso até o máximo, esta variação é considerada não linear. O DC também varia conforme a posição em que o indivíduo se encontra. Wilmore & Norton apud ALFIERI & DUARTE (1993) consideram que os valores máximos de DC durante o exercício dependem de vários fatores, sendo os mais expressivos o tamanho do corpo e o nível de condicionamento físico. Por exemplo, o DC_{max} para um homem de pequena estatura, sem condicionamento, não alcança 20 l/min, enquanto que um atleta bem condicionado pode exceder 40 l/min.

Para VANDER et al. (1981), LEITE (1984), McARDLE et al. (1985), ASTRAND & RODAHL (1987) e ALFIERI & DUARTE (1993), o DC

desempenha papel chave no fornecimento de O_2 às células, havendo íntima relação entre o VO_2 e o DC. Em indivíduos normais há amplas variações fisiológicas entre o VO_2 e o débito cardíaco máximo (DC_{max}), mesmo levando-se em consideração a idade, o sexo e o nível de aptidão cardiorrespiratória.

O VS é o volume de sangue lançado na artéria principal por cada ventrículo. O VS é normalmente calculado dividindo-se o DC pela FC ($VS=DC/FC$). O VS é a segunda variável que determina o DC, é também chamada de volume de ejeção sistólica, ou débito sistólico.

Segundo LEITE (1984), o VS, em repouso, em indivíduos do sexo masculino destreinados, é, em média, 70 a 90 ml por sístole e 100 a 120 ml nos indivíduos treinados. Em mulheres destreinadas está entre 50 e 70 ml e de 70 a 90 ml por sístole nas treinadas.

Para VANDER et al. (1981), McARDLE et al. (1985) e ASTRAND & RODAHL (1987), dois mecanismos fisiológicos regulam o VS. O primeiro é intrínseco ao miocárdio e requer um aumento do enchimento cardíaco que é seguido por uma contração mais vigorosa, pois o coração, como outros músculos, aumenta sua força de contração quando é distendido. Esta relação foi demonstrada pelo fisiologista inglês Starling, que observou haver uma relação direta entre o volume sistólico do coração e sua força de contração na sístole seguinte. Isto é chamado *lei de Starling* do coração.

O conceito atual do VS no homem durante o exercício aceito por vários cardiofisiologistas (Wade & Bishop; Bevegard; Bevegard & Shepherd apud ASTRAND & RODAHL, 1987), dizem que quando a posição é mudada de supina para em pé ou sentada, ocorre uma diminuição no tamanho diastólico final do coração e uma diminuição no volume sistólico. Se um trabalho muscular é então realizado, o volume sistólico aumenta até aproximadamente o mesmo tamanho que fora obtido na posição deitada.

Como visto anteriormente, pode-se esperar que o exercício físico aquático produza reações fisiológicas diferentes daquelas ao ar livre, devido tanto ao efeito hidrostático da água nos sistemas cardio-respiratórios como à sua capacidade de intensificar a perda de calor comparada ao ar (AVELLINI et al., 1983).

De acordo com ARBORELIUS et al. (1972a), ECTH et al. (1974), LANGE et al. (1974), RISCH et al. (1978a), BLOMQUIST (1983) e SHELDAHL

et al. (1984) é geralmente aceito que uma mudança na posição corporal de pé para a posição supina causa um aumento do VS através do mecanismo de "Frank Starling", sendo que também os efeitos da gravidade devem ser levados em conta toda vez que uma taxa hemodinâmica é realizada. Todas as pressões intravasculares têm um componente hidrostático que depende da gravidade. A interação entre o campo gravitacional, a posição do corpo e as características funcionais dos vasos sanguíneos determinam a distribuição do volume cardiovascular. Em consequência, esta distribuição determina a função cardíaca de bombeamento.

Na água ocorre uma redistribuição do volume sanguíneo durante a imersão, pois o gradiente de pressão hidrostático durante a imersão vertical com a cabeça fora d' água causa um aumento no volume sanguíneo central e conduz a diferentes ajustes cardio-circulatórios no estado de repouso (ARBORELIUS et al. 1972a, 1972b; LANGE et al., 1974; GAUER & HENRI, 1976; LIN, 1984 e SHELDAHL et al. 1984). Confirmando esta teoria, RENNIE et al. (1971), GREENLEAF et al. (1983), BLOMQVIST & STONE (1983) e GREENLEAF et al. (1988), dizem que quanto maior a pressão externa menos o corpo age para aumentar a pressão de recalque para o retorno venoso.

De acordo com ARBORELIUS (1972a) uma imersão na vertical com água até a altura do pescoço determina um aumento do volume de sangue intratorácico de aproximadamente 900 ml, sendo que um quarto deste volume é armazenado no coração e o resto é distribuído pelo sistema vascular pulmonar. Os resultados sobre o aumento do volume de sangue direcionados para o coração foram confirmados por LANGE et al. (1974) que encontraram um aumento do volume cardíaco de 180 ml durante a imersão até o pescoço, e também por RISCH et al. (1978a) quando este analisou as alterações no volume cardíaco nas posições deitado ($676 \pm 72,8$ ml) e em pé fora d' água ($558,2 \pm 35,6$ ml) e nas profundidades de imersão de quadril ($604,2 \pm 36,5$ ml), apêndice xifóide ($685,5 \pm 54,7$ ml) e ombro ($804,7 \pm 95,9$ ml). É de se notar que o tamanho do coração na posição deitada e durante a imersão até o xifóide são praticamente idênticos. Segundo Gauer apud RISCH et al. (1978a) este resultado é esperado desde que o ponto de indiferença hidrostático esteja localizado na altura do diafragma. Entretanto KRUEL (1994), ao estudar o

comportamento da FC em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água, constatou que o ponto de indiferença hidrostático estava localizado a partir da profundidade de cicatriz umbilical, profundidade esta não estudada por RISCH et al. (1978a).

Para BLOMQVIST (1983), as observações feitas durante e após um vôo espacial tem demonstrado que a exposição à 0g (gravidade zero) causa uma mudança significativa central e cefálica de fluído intravascular e intersticial. A adaptação cardiovascular à perda de peso se manifesta no período pós-vôo com hipovolemia real e funcional com intolerância ortostática e decréscimo da capacidade de exercício na posição vertical. A mudança do fluído central e a hipovolemia pós-intervenção são aspectos comuns e evidentes de real perda de peso. As principais técnicas de simulação destas alterações em gravidade normal são: descanso horizontal na cama, inclinação do corpo com a cabeça para baixo e imersão vertical na água.

Estes conceitos são relativamente não controversos, mas há várias áreas cardiovasculares importantes nas quais as informações críticas são incompletas ou falhas. Uma grande controvérsia diz respeito à habilidade do sistema cardiovascular de lidar com a sobrecarga relativa de fluído associada com a mudança do fluído central.

Foi sugerido por BLOMQVIST et al. (1980), que as condições hidrostáticas alteradas e a mudança do fluído desencadeiam um conjunto de adaptações cardiovasculares e sistêmicas complexo, mas rápido e efetivo. RISCH et al. (1978b) ao fazer uma análise quantitativa da silhueta do coração em diástole revelou que a distensão máxima do coração alcançando 31% foi atingida após não mais de 6 batimentos a partir do início da rápida imersão, e que após um leve super-aumento, o tamanho do coração permaneceu em um nível elevado constante. RISCH et al. (1978a) citam que o volume do coração e a pressão venosa se ajustam instantaneamente às mudanças do nível da água da piscina, e para MAGEL et al. (1982) as adaptações ocorrem após 15 segundos de imersão. KRUEL (1994) ao analisar o comportamento da FC em diferentes profundidades de água encontrou uma estabilização da mesma entre 20 e 40 segundos, à medida que o corpo vai imergindo nas diferentes profundidades, com exceção dos pontos anatômicos de pescoço e do ombro

com os braços para fora d' água, provavelmente, segundo o autor, devido a metodologia utilizada em seu estudo.

Segundo Thornton apud BLOMQVIST (1983), a hipótese de que a falta de peso leva a uma elevação comprovada de acúmulo de pressão e rendimento cardíaco está baseada em observações clínicas em vô que registram a dilatação das veias do pescoço e rosto avermelhado, freqüentemente combinados com sensações subjetivas de um preenchimento da cabeça.

Outras informações têm sido baseadas em estudos simulados durante a imersão na água na posição ereta. A imersão, de acordo com BLOMQVIST (1983) causa um aumento na pressão venosa central de 10-15 mmHg e um grande aumento em dimensões cardíacas e volume sistólico. Já para ARBORELIUS et al. (1972a) o aumento da pressão venosa central é de 18 mmHg. E para NORSK et al. (1986) o aumento da pressão venosa central depende do grau de imersão do indivíduo, uma vez que ele não encontrou alterações na pressão venosa central com imersão até a cicatriz umbilical, entretanto observou um aumento estatisticamente significativo na profundidade da linha do mamilo de 3,4 mmHg e na profundidade do pescoço de 8,7 mmHg.

Para CHOUKROUN & VARENE (1990), as trocas gasosas, juntamente com os ajustes pulmonares e cardiocirculatórios com a imersão na vertical com a cabeça fora d' água, tem sido extensamente estudadas em temperaturas termoneutras (34^o C). A pressão hidrostática causa um aumento no DC, no volume sanguíneo central e na pressão arterial pulmonar (ARBORELIUS et al., 1972b; BEGIN et al. 1976 e FAHRI & LINNARSON, 1977) que está associado a ajustes ventilatórios de tal modo que ocorre uma considerável redução na capacidade residual funcional e uma diminuição na capacidade vital. Outros autores (COHEN et. al., 1971; ARBORELIUS et al., 1972b e LÖLLGEN et al., 1976), têm observado alterações nas trocas gasosas com diminuição na PO₂ arterial e um incremento na diferença artério-alveolar, atribuídas a modificações na taxa de distribuição da perfusão-ventilação durante a imersão. Entretanto, humanos são raramente imersos em águas com temperaturas termoneutras. A imersão geralmente ocorre em águas frias.

Segundo CHOUKROUN & VARENE (1990), em relação à imersão em temperatura termoneutra, numerosos estudos sobre alterações hemodinâmicas

tem confirmado os estudos de Gauer & Thron em 1965, que dizem existir um aumento do DC associado a um aumento no VS, e sem alteração da FC. De acordo com os autores citados, estas alterações são atribuídas à melhora induzida do retorno venoso e à mudança do sangue da periferia para a região intratorácica devido ao aumento da pressão hidrostática.

Existe, entretanto, uma grande discordância entre os autores sobre o percentual de aumento: ARBORELIUS et al. (1972a) relata um aumento de 30 a 35% no DC, BEGIN et al. (1976) um aumento de 20 a 40%, FARHI & LINNARSSON (1977) um aumento de 40% durante imersão até o apêndice xifóide e de 66% durante imersão com água na altura do queixo. Já CHOUKROUN & VARENE (1990) observaram um aumento de somente 18%. Os autores porém concordam que estas alterações podem ser devido às diferenças na posição do corpo na água (sentado, em pé ou na posição supina) e também devido ao nível de imersão (quadril, xifóide, ombros e pescoço). As alterações no DC na pesquisa de CHOUKROUN & VARENE (1990) foram causadas por um grande aumento no VS, com uma marcante queda na FC. Esta queda da FC, segundo os autores citados, é geralmente atribuída ao baroreflexo induzido pela elevação da pressão arterial encontrada pelo aumento do DC.

Já HOOD et al. (1968) e McARDLE et al. (1976) não encontraram diferenças no DC durante a imersão, ao passo que RENNIE et al. (1971), encontraram uma diminuição no DC, mas seu experimento não foi feito exatamente em temperatura termoneutra. YAMAJI et al. (1990), ao estudarem cinco corredores universitários durante corrida n'água e em esteira [sendo que a velocidade da esteira foi selecionada para dar um VO_2 ($2,79 \pm 0,15$ l/min) aproximadamente igual ao da corrida aquática], constataram que a FC não foi significativamente diferente entre corrida em esteira e corrida aquática (159 bpm versus 154 bpm respectivamente). Da mesma forma o débito cardíaco não foi diferente entre a corrida em esteira ($17,4 \pm 1,1$ l/min) e a corrida aquática ($17,3 \pm 1,1$ l/min).

Em contraposição, DENISON et al. (1969 e 1972) encontraram um DC mais alto em uma mesma intensidade de esforço dentro d' água, determinando inclusive equações de regressão para cálculo do DC fora d' água $\{(DC_{gr} = 4,7 +$

$(6,6 \times \text{VO}_2) \text{ l/min} - r=0,98\}$ e para dentro d' água $\{(DC_{\text{água}} = 5,0 + (6,9 \times \text{VO}_2) \text{ l/min} - r=0,97)\}$ em função do VO_2 e também em relação a FC $\{(DC_{\text{ar}} = (0,130 \times \text{FC}) - 2,4 \text{ l/min} - r=0,93$ e $DC_{\text{água}} = (0,132 \times \text{FC}) - 3,2 \text{ l/min} r=0,95)\}$.

COHEN et al., (1971) têm sugerido que em alguns indivíduos a imersão aumenta o fluxo sanguíneo, e somente usando o método de inalação de gases inertes poderíamos estimar o aumento do DC induzido pelo aumento da pressão hidrostática.

2.3.1. Imersão em água quente

De acordo com CHOUKROUN & VARENE (1990), seus resultados demonstraram um aumento no DC devido à imersão e aos efeitos do calor. Em temperaturas de água de 40° C, os referidos autores encontraram um aumento de 41% no DC, sendo que este aumento, para os autores, não pode ser atribuído às necessidades metabólicas, uma vez que o VO_2 permaneceu praticamente constante, mas sim à vasodilatação periférica devido ao aumento da temperatura..

Já ROWELL et al. (1969), encontraram um aumento de 38% no DC quando a temperatura corporal foi mantida a 34° C, e um aumento de 112% a uma temperatura de 40.9° C. Já WESTON et al. (1987), encontraram um aumento de 121% durante imersão a 39° C de temperatura da água.

2.3.2. Imersão em água fria

CHOUKROUN & VARENE (1990), demonstraram existir um interação importante em dois fatores que afetam o transporte de O_2 durante a imersão: a temperatura e a pressão hidrostática.

FARHI & LINARSSON (1977) definem que abaixo da temperatura neutra, os efeitos de temperatura e pressão hidrostática agem em oposição. E para CHOUKROUN & VARENE (1990), durante a imersão em água fria os efeitos da temperatura influenciam mais do que a pressão hidrostática.

Hardy et al. apud KOLLIAS et al. (1974) já insinuavam que as diferenças de gordura subcutânea entre homens e mulheres poderiam ser responsáveis por diferenças na capacidade isolante dos tecidos durante exposição a temperaturas de ar ligeiramente frescas. Esta capacidade isolante dos tecidos subcutâneos é mais evidente durante a imersão na água onde a condução do calor é aproximadamente 25 vezes maior do que no ar. Várias pesquisas (PUGH, 1955; KEATINGE & EVANS, 1961; RENNIE et al., 1962 BECKMAN & REVES, 1966; CRAIG & DVORAK, 1966; BUSKIRK & KOLLIAS, 1969 e KOLLIAS et al., 1974) demonstraram que as respostas metabólicas durante a imersão em água fresca é inversamente proporcional ao grau de adiposidade.

Segundo KOLLIAS et al. (1974), as mulheres americanas têm uma capacidade de isolamento térmico menor que as mulheres coreanas durante imersão em águas com temperaturas que oscilam entre 30 e 35° C.

Segundo Rennie et al. apud McARDLE et al. (1976), provavelmente a imersão em água fria cause uma diminuição no DC, devido a um desvio do fluxo do sangue da pele, com o objetivo de diminuição da perda de calor. Já ECHT et al. (1974) e LANGE et al. (1974) dizem que o aumento da vasoconstrição periférica e a pressão hidrostática na superfície do corpo poderiam aumentar o volume de sangue na região central e o retorno venoso, resultando num aumento do VS. Para McARDLE et al. (1976), neste caso o aumento do VS poderia contrabalancear o decréscimo na FC observada com a imersão em água fria. Deste modo, o DC poderia ser similar aos níveis de VO_2 na água em diferentes temperaturas.

Durante o exercício em água fria, tanto o retorno venoso como o VS serão afetados pela combinação da pressão aumentada nas regiões inferiores do corpo (AGOSTINI et al., 1966 e ARBORELIUS et al., 1972a) e a temperatura da água (RENNIE et al., 1971 e McARDLE et al., 1976), os quais tendem a deslocar o volume periférico sangüíneo para a região central do corpo. Uma vez que a produção cardíaca é a mesma na água e no solo a um mesmo VO_2 (RENNIE et al., 1971 e McARDLE et al., 1976), os indivíduos que se exercitam em água fria devem atingir o mesmo resultado de trabalho com batimentos cardíacos significativamente mais baixos (CRAIG & DVORAK, 1969; MOORE et al., 1970 e McARDLE et al., 1976)

A razão para uma FC mais baixa a um dado VO_2 durante o exercício em água fria não é clara. CRAIG & DVORAK (1969) e McARDLE et al. (1976), postularam em seus estudos que o mecanismo responsável pela FC reduzida na água é a redistribuição do volume sangüíneo a partir do leito periférico cutâneo até a área central. No entendimento de AGOSTINI et al. (1966), RENNIE et al. (1971) e ARBORELIUS et al. (1972a), a pressão hidrostática aumentada na água, a par da vasoconstrição periférica para diminuir a perda de calor, forçariam o sangue da periferia para o tórax, resultando em um retorno venoso aumentado e VS aumentado. Uma vez que o rendimento cardíaco a um mesmo VO_2 é idêntico quando se exercita tanto em água como no ar (RENNIE et al., 1971 e McARDLE et al., 1976), o exercício deveria ser completado com FC mais baixo. Um VS mais alto para pessoas que se exercitam em água fria foi encontrado por AVELLINI et al. (1983), VS este indicado segundo os autores citados pelo pulso de oxigênio mais alto encontrado em seu estudo.

2.4. Consumo de Oxigênio

PINI (1983), coloca que em exercícios físicos que possuam uma determinada duração - média ou longa - a capacidade de realização de trabalho depende da captação, transporte e utilização de oxigênio pelo organismo. O VO_{2max} é o valor limite de consumo de oxigênio pelo metabolismo da célula muscular proporcionalmente ao aumento da intensidade do trabalho, sendo um parâmetro para a avaliação da capacidade do sistema aeróbico e sua produção de energia, refletindo a funcionalidade dos sistemas respiratório, circulatório e metabólico, sendo utilizado também como parâmetro das adaptações fisiológicas e fisiopatológicas ao esforço e ao treinamento.

MATHEWS & FOX (1986) salientam que a partir do momento que se define como meta a avaliação da aptidão cardiorrespiratória de um indivíduo, tem-se como primeira escolha a mensuração do VO_{2max} através de testes de potência aeróbica máxima. Para LEITE (1984) a determinação do VO_{2max} pode ser considerada a melhor medida não invasiva do sistema cardiovascular e respiratório.

Para CASSADY & NIELSEN (1992), tendo em vista a extrema variedade das respostas cardio-respiratórias ao exercício, os programas de treinamento devem ser prescritos individualmente. O conhecimento das respostas fisiológicas esperadas e o gasto de energia estimado de um dado exercício é necessário para os professores tomarem decisões sobre um programa seguro e eficiente de exercícios. As taxas de gasto energético são variáveis para certos exercícios calistênicos realizados em terra. As respostas fisiológicas normais (isto é, crescimento linear no VO_2 com cadência aumentada) tem sido registradas, de acordo com WEISE & KARPOVICH (1974).

Muitos estudos tem comparado as respostas fisiológicas máximas (QUADRO 01) entre a corrida na água e em terra (BUTTS et al., 1991a, b; TOWN & BRADLEY, 1991; SVEDENHAG & SEGER, 1992 e Navia apud WILDER & BRENNAN, 1993). Importantes medidas das respostas máximas, de acordo com WILDER & BRENNAN (1993), incluíram VO_{2max} e FC_{max} . O VO_{2max} durante a corrida na água foi de 83% a 89% dos valores obtidos na corrida em terra, já a FC_{max} os valores em terra oscilaram entre 89 a 95% dos valores obtidos durante a corrida em terra.

BUTTS et al. (1991b), ao analisarem 12 mulheres corredoras de cross country encontraram que o VO_{2max} da corrida na água ficava a 86% do VO_{2max} obtido em esteira rolante, enquanto a FC_{max} na água ficava a 91% da FC_{max} em esteira. Constataram também não haver diferenças estatisticamente significativas nos índices máximos de percepção ao esforço. Em um estudo similar BUTTS et al. (1991b), ao analisarem 24 homens e mulheres treinadas, encontraram que o VO_{2max} na água foi 84% (para mulheres) e 89% (para homens) do VO_{2max} encontrado em esteira, enquanto que a FC_{max} na água ficou em 95% da encontrada em esteira.

COSTILL (1971), ao investigar o VO_2 e a FC em 10 indivíduos com idades entre 21 e 36 anos e peso entre 63,1 e 89,5 kg, durante exercícios em um cicloergômetro adaptado, nas posições vertical e prona em terra e supina e prona na água, encontrou que os indivíduos atingiram somente 66,7 a 71,4% do trabalho máximo na água do que eles poderiam realizar em terra. Segundo o autor, enquanto o diminuição da carga máxima de trabalho encontrada na água pode ser devida ao aumento da resistência da água, a redução da dificuldade do movimento dos braços na performance do trabalho realizado na

posição supina seria responsável pela diferença entre o exercício máximo na posição vertical e supina em terra.

QUADRO 01 – Respostas fisiológicas máximas para corrida na água e corrida em esteira

Parâmetros Fisiológicos	Referências					
	BUTTS et al. (1991b)	BUTTS et al. (1991a) mulheres	BUTTS et al. (1991 ^a) homens	SVEDENHAG & SEGER (1992)	TOWN & BRADLEY (1991)	NAVIA (1986)
VO _{2max} terra (/min)	3.0(±0.3)	3.3(±0.3)	4.5(±0.4)	4.6(±0.14)		
VO _{2max} água (l/min)	2.6(±0.5)	2.8(±0.4)	4.1(±0.4)	4.0(±0.1)		
VO _{2max} terra (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	55(±7.0)	56(±4.8)	65(±2.8)			58
VO _{2max} água(ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	47(±9.1)	47(±5.9)	58(±3.9)			48
VO ₂ água/terra (%)	86	84	89	88(±2.4)	73.5	83
FC _{max} terra (bpm)	198(±9)	189(±9.3)	193(±5.8)	188(±2)		197
FC _{max} água (bpm)	180(±6)	180(±7.5)	183(±5.9)	172(±3)		175
FC água/terra (%)	91	95	95	91	90	89
RQ terra	1.05	1.13	1.15	1.2		
RQ água	1.01	1.09	1.11	1.1		0.95
SSE terra	19.1					19.2
SSE água	19.3					19.1
Lactato terra (mmol/L)				10(±0.6)		
Lactato água (mmol/L)				12.4(±1.3)		
Lactato terra/água (%)				124	81	
Pulso máximo de O ₂ terra (ml O ₂ /bpm)				24.5		
Pulso máximo de O ₂ água (ml O ₂ /bpm)				23.4		
Pulso máximo de O ₂ água/terra (ml O ₂ /bpm)				0.96		
Ventilação terra (L/min)		111.6(±7)	150(±11.6)			
Ventilação água (L/min)		97.7(±11)	141(±17.8)			

Fonte: adaptado de WILDER & BRENNAN (1993)

ABREVIATURAS: RQ = taxa de troca respiratória; SSE = sensação subjetiva ao esforço

De acordo com COSTILL (1971), com um cicloergômetro modificado, ficou bem demonstrado que a água reduz substancialmente a eficiência de trabalho em aproximadamente 4 a 5,7%. Enquanto a velocidade permaneceu constante em todos os níveis de trabalho, a relação entre a energia requerida e o trabalho realizado respondeu linearmente.

Devemos também levar em consideração a temperatura da água, quando falamos sobre VO₂ no meio líquido, pois segundo CRAIG & DVORAK (1968), conforme aumenta a temperatura da água diminui tanto o VO₂ de repouso, como o VO₂ durante exercícios moderados e fortes.

GLEIM & NICHOLAS (1989) realizaram cinco testes em esteira (um fora d' água e 4 dentro d' água nas profundidades de tornozelo, joelho, metade da coxa e umbigo) em dias separados e escolhidos ao acaso durante um período

de duas semanas, com o objetivo de verificar como a profundidade da água poderia modificar a relação linear de VO_2 e FC. Tais determinações, segundo os referidos autores, são necessárias para que o exercício possa ser seguramente prescrito na esteira subaquática. Os efeitos das diferentes profundidades e velocidades variáveis estão relacionadas na TABELA 04 para a FC e na TABELA 05 para o VO_2 .

TABELA 04 - Efeitos da profundidade de água e velocidade da esteira na FC

Velocidade (m/min)	Fora d' água (bpm)	Tornozelo (bpm)	Joelho (bpm)	Metade da Coxa (bpm)	Umbigo (bpm)
Repouso	74±3	76±3	77±3	77±4	76±4
40.2	77±2	86±5	85±2	87±3	81±5
53.6	78±2	88±4	91±2	94±2	88±5
67.1	81±2	97±4	104±3	105±4	98±4
80.5	86±2	106±4	121±4	125±4	112±5
93.9	92±3	120±4	143±5	149±5	128±7
107.3	101±4	138±5	157±5	160±5	138±7
120.7	116±4	153±4	166±4	169±5	144±6
134.1	136±5	158±4	173±4	177±4	150±7
147.5	138±5	160±4	176±3	180±3	153±6
160.9	142±4	161±4	179±3	187±4	156±4

Fonte: GLEIM & NICHOLAS (1989)

Diferenças significantes a $P < 0,05$

De acordo com GLEIM & NICHOLAS (1989) os resultados demonstram que o aumento de profundidade na esteira subaquática acarreta um aumento de esforço na caminhada e na corrida. Na profundidade da cintura, entretanto, uma vez alcançadas velocidades de 134,1 m/min, não há diferença no VO_2 em relação à corrida ou caminhada na esteira seca. É intuitivamente aparente, para os referidos autores, que, à medida que a profundidade da água aumenta, uma maior superfície do corpo é coberta, o que provoca uma maior força de resistência ao movimento de pernas, pois o VO_2 foi mais baixo na caminhada na esteira seca, maior ao nível de tornozelo, e ainda maior à profundidade abaixo do joelho. Não houve diferença significativa entre VO_2 ao nível do joelho e ao nível da metade da coxa. A caminhada ao nível da cintura também resultou num VO_2 mais baixo do que ao nível do joelho ou metade da coxa, em velocidades maiores que 80,5 m/min. Isto significa que o total da área coberta pela água parece ser ao menos parcialmente contrabalançada pela flutuabilidade do corpo humano quando uma porção suficiente do mesmo está submerso. Esta é uma situação diferente da caminhada na piscina, onde o

corpo deve efetivamente se mover através da água. Também, o fato de EVANS et al. (1978) encontrarem em seu estudo um VO_2 consideravelmente maior na caminhada na piscina à profundidade da cintura (aproximadamente 3 vezes maior a velocidade de 53,6 m/min) sugere que esta diferença é significativa.

TABELA 05 - Efeitos da profundidade de água e da velocidade da esteira no VO_2

Velocidade (m/min)	Fora d' água (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Tornozelo (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Joelho (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Metade da Coxa (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Umbigo (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)
Repouso	5.1±0.2	4.9±0.4	4.9±0.5	4.7±0.4	5.2±0.2
40.2	8.9±0.3	10.3±0.7	10.0±0.4	9.8±0.5	8.6±0.4
53.6	9.8±0.3	12.3±0.6*	12.3±0.3*	13.1±0.5*	11.2±0.3*
67.1	10.7±0.4	14.6±0.6*	15.9±0.6*	16.9±0.6*	14.6±0.4*
80.5	12.2±0.5	18.0±0.8*	21.2±0.7*	22.8±0.8*	19.0±0.6*
93.9	14.1±0.6	22.8±0.9*	27.9±0.8*	30.5±1.0*	23.5±1.0*
107.3	16.9±0.8	29.0±1.1*	34.2±1.3*	34.8±1.3*	26.1±1.5*
120.7	22.2±1.0	34.5±1.3*	37.0±1.3*	38.0±1.3*	27.2±0.9*
134.1	29.7±1.2	36.8±1.4*	40.2±1.3*	41.6±1.2*	29.2±0.9*
147.5	32.3±1.1	39.5±1.3*	43.6±1.4*	45.6±1.1*	31.8±1.1*
160.9	34.4±1.1	41.2±1.4*	47.2±1.3*	50.0±1.1*	33.4±1.5*

Fonte: GLEIM & NICHOLAS (1989)

*Diferenças significantes a $P < 0.05$

VICKERY et al. (1983) estudaram os efeitos de exercícios calistênicos aquáticos de ritmo contínuo (alongamento, exercícios de rotação, corrida no lugar, natação com mudança de estilo a cada volta, "crawl" simulado e caminhada na água) na FC e VO_2 . Eles encontraram FC de 70 a 77% e VO_2 de 51 a 57% dos valores máximos. Eles indicaram que estes exercícios na água tinham intensidades suficientes (5,9 - 6,5 kcal/min) para produzir um programa de condicionamento físico benéfico para indivíduos que tenham capacidade de trabalho físico relativamente baixa.

JOHNSON et al. (1977) compararam uma calistenia de extremidade superior (membros superiores) e uma de extremidade inferior (membros inferiores) em terra e na água, em uma mesma cadência, e encontraram um aumento significativo da FC na água se comparados aos executados em terra; 31 bpm para os homens e 13 bpm para as mulheres. Também as necessidades metabólicas para exercícios na água eram maiores do que nos exercícios em terra, conforme indicado pelo aumento do VO_2 na água, tanto para os homens quanto para as mulheres (34 e 27%, respectivamente).

CASSADY & NIELSEN (1992) avaliaram o consumo de oxigênio e as curvas de FC em exercícios de membros inferiores e superiores na terra e na

água. Quarenta sujeitos sadios realizaram um exercício de membro superior e um exercício de membro inferior em três cadências selecionadas (60, 80 e 100 bpm) em terra e na água. FC foram determinadas por eletrocardiografias radiotelemétricas e expressas como um percentual de frequência cardíaca máxima (FC_{max}) prevista para a idade ($\%FC_{max}$). O $\%FC_{max}$ prevista para a idade foi usada como critério para avaliar a intensidade relativa dos exercícios. O consumo de oxigênio foi determinado pelo método do circuito aberto. Resultados indicaram aumentos sistemáticos no VO_2 de 2 a 9 equivalentes metabólicos (METs - 1 MET=3,5 ml $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) e $\%FC_{max}$ de 45% a 73% com cadência aumentada. As respostas de VO_2 foram maiores durante o exercício aquático enquanto $\%FC_{max}$ foi maior durante o exercício em terra. Para os referidos autores, baseados na magnitude dessas respostas, a calistenia aquática parece possuir intensidade suficiente para trazer à tona adaptações de treinamento. De acordo com o referido autor, estudos de treinamento são necessários para documentar essas mudanças.

EVANS et al. (1978) ao estudarem 6 sujeitos do sexo masculino caminhando e correndo em intensidades metabólicas similares em esteira e com água até a cintura, descobriram que cerca de 1/3 a 1/2 da velocidade normal era exigida para trabalhar no mesmo nível de gasto de energia na água se comparado à esteira (2,6 - 3,5 km/h versus 5,5 - 13,4 km/h, respectivamente). Neste estudo o VO_2 e a FC aumentavam de forma linear com o aumento da velocidade durante os exercícios na água, e um padrão de resposta similar foi encontrado na esteira. As FC em qualquer nível de VO_2 nos dois meios não se diferenciaram significativamente.

Os estudos de DAVIES et al. (1975), PIRNAY et al. (1977) e BERGH & EKBLÖM (1979) demonstraram que executar exercícios em pé com a temperatura corporal abaixo da normal não exige valores tão altos de VO_2 como os exigidos ao se exercitar em solo ou em água na temperatura do corpo. O mecanismo para essa redução no VO_{2max} é desconhecido, ainda que possa ser a consequência de uma menor FC_{max} durante o exercício em água fria (DAVIES et al., 1975; DRESSENDORFER et al., 1976; McARDLE et al., 1976; PIRNAY et al., 1977 e BERGH & EKBLÖM, 1979), o que poderia assim limitar a FC_{max} atingível e, dessa forma ocasionar um decréscimo no VO_{2max} .

Desta forma, segundo AVELLINI et al. (1983), os valores mais baixos de VO_{2max} e FC a um mesmo VO_2 durante o exercício em água fria apresentam uma situação única para o treinamento físico. De vez que o VO_{2max} é reduzido em água fria, os indivíduos, exercitando-se ao mesmo VO_2 em água fria ou no solo, deveriam, com efeito, fazê-los a intensidades relativamente mais altas. Isto deveria apresentar um estímulo de treinamento maior para os sistemas cardio-respiratórios e uma melhora mais acentuada no VO_{2max} , com o treinamento poderia ser esperada. Se, além disso, o treinamento pode ocorrer, a despeito de FC baixas durante exercícios em água fria, os indivíduos podem ser capazes de treinar de maneira mais intensa e com esforço cardio-vascular baixo. O referido estudo demonstrou uma FC menor e uma pressão arterial estável quando comparado com intensidades iguais em exercícios em solo.

Em seu estudo AVELLINI et al. (1983), analisaram 15 jovens mal condicionados fisicamente que tinham capacidades aeróbica equivalentes. Os mesmos foram divididos em 3 grupos e fisicamente treinados por um mês numa bicicleta ergométrica tanto em solo (I) como imersos até o pescoço em água a 32° C (II) ou 20° C (III) a fim de determinarem se o treinamento físico na água e no ar diferiam. O treinamento físico consistia em exercícios diários de uma hora, cinco vezes por semana, com a intensidade dos exercícios reajustada a cada semana para manter um estímulo constante de treinamento de aproximadamente 75% do VO_{2max} (determinado em solo). Durante todo o período do treinamento, a FC do grupo III foi em média 10 a 20 bpm menores do que os grupos I e II, respectivamente, apesar de trabalharem ao mesmo VO_2 . O treinamento mostrou um aumento do VO_{2max} no grupo I em cerca de 16%, comparados aos obtidos de 13 e 15% para os grupos II e III, respectivamente. Os referidos autores concluíram afirmando que o treinamento físico na água produz adaptações fisiológicas semelhantes às obtidas em solo. Na água fria, o VO_{2max} é maior, apesar de, nesta condição, treinar-se com FC significativamente menor do que a do solo.

TOWN & BRADLEY (1991), quando observaram nove membros (7 homens e 2 mulheres) de uma equipe universitária de "cross country", com idade média de 20,2 anos, altamente treinados e durante a temporada esportiva, ao realizarem três testes de esforço máximo (corrida em água profunda - CAP; corrida em água rasa - CAR e corrida em esteira - CE) com o

objetivo de melhor compreender as alterações metabólicas (VO_{2max} , FC_{max} e lactato sangüíneo) que ocorrem durante estes experimentos, encontraram uma diferença entre os tratamentos, com o VO_{2max} da CAP a 74% dos resultados da CE e com o VO_{2max} da CAR a 90% da CE. O VO_{2max} foi maior que em ambas as corridas na água, e a CAR foi maior que a CAP. Os dados deste estudo demonstram que as demandas metabólicas máximas da CAR são comparáveis às da CE. Estas respostas favoráveis devem-se a diversas demandas extras que a CAR tem sobre o mesmo movimento na CAP. No movimento de CAR, a fase de impulso é contra uma superfície sólida, similar à técnica em terra, e produz uma ação de onda sobre o corpo. Este movimento produz uma ação de resistência frontal e de sucção em torno do eixo vertical, assim como nos planos coronal e frontal. Na condição de CAP, a resistência é limitada aos movimentos corporais num único fluido.

Para os referidos autores, as respostas cardiovasculares dos corredores estão entre as mais altas de todas as atividades físicas, por causa do peso gravitacional e amplo recrutamento muscular da corrida em terra. Entretanto, essas mesmas virtudes são responsáveis por numerosas lesões músculo-esqueléticas.

Ao analisar atividades físicas na posição vertical, SVEDENHAG & SEGER (1992), comparando corrida em esteira e em águas profundas, encontraram também um VO_{2max} significativamente mais baixo na corrida na água do que na esteira rolante.

Já CONNELLY et al. (1990), ao estudarem 9 indivíduos em cicloergômetro, dentro e fora d' água, não encontraram diferenças significativas no VO_2 , mesmo ele tendo sido mais baixo dentro d' água em todos os estágios do protocolo.

NAGASHIMA et al. (1995), ao compararem 7 indivíduos masculinos em repouso e realizando exercícios máximos em cicloergômetro dentro e fora d' água (temperatura fora d' água $34 \pm 0,2^\circ C$ e dentro d' água $32 \pm 0,5^\circ C$) não encontraram diferenças estatisticamente significativas no VO_2 entre os grupos de fora d' água ($VQ_{rep} = 3,87 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $VO_{2max} = 35 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e de dentro d' água ($VQ_{rep} = 3,88 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $VO_{2max} = 36 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

Em seu estudo, DENISON et al. (1972), ao compararem 4 mergulhadores experientes durante um teste em cicloergômetro, encontraram

um VO_2 que variou de 0,2 l/min em repouso a 2,1 l/min durante um exercício moderado (temperatura do ar - 18-22° C e a temperatura da água - 35-35,5° C), sendo que os indivíduos não demonstraram alterações na ventilação alveolar, entretanto demonstraram um leve (10%) aumento na FC e no DC quando exercitavam-se dentro d' água, comparado aos mesmos níveis de VO_2 fora d' água.

WILBER et al. (1996) estudaram 16 homens treinados aeróbicamente através de corrida de longa duração, com o objetivo de determinar se a corrida em piscina funda poderia servir como um eficiente treinamento alternativo às corridas em terra com o propósito de manter determinados parâmetros fisiológicos de desempenho aeróbico para atletas treinados. O principal achado foi que o VO_{2max} não foi significativamente alterado dentro ou entre grupos que seguiram 6 semanas de treinamento, o que sugere que a corrida na água foi um efetivo treinamento alternativo para a corrida em terra para a manutenção da maior capacidade aeróbica, entre atletas aeróbicamente treinados. Este achado está em concordância com o trabalho de EYESTONE et al. (1993), que investigou atletas colegiais masculinos ($VO_{2max} = 57.4 \pm 1,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e registrou que o VO_{2max} em esteira para corredores aquáticos não era diferente quando comparado a corredores terrestres depois de 6 semanas de treinamento, embora ambos os grupos tivessem produzido um decréscimo de VO_{2max} de aproximadamente 4% quando comparado ao pré-teste.

Os dados da investigação, de WILBER et al. (1996), mostraram um declínio aproximado de 2% do VO_{2max} no 21º dia, seguido de um aumento de 3% no 42º dia. Entretanto essas alterações não são estatisticamente significativas e, provavelmente, refletem variações diárias normais na capacidade aeróbica máxima. De acordo com o autor citado anteriormente, outros estudos tem examinado o efeito do treinamento de corrida aquática aeróbica (persistente) entre indivíduos não treinados.

QUINN et al. (1994), registraram que 4 semanas de treinamento (4dias/semana com 30 minutos/dia) de corrida em piscina funda foi ineficiente na manutenção do VO_{2max} , em colegiais do sexo feminino não treinadas ($VO_{2max} = 39,9 \pm 3,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). De modo oposto, MICHAUD et al. (1995), demonstraram que após 8 semanas de trabalho aeróbico intervalado e progressivo de CAP produziram um significativo aumento de 11% no VO_{2max}

entre sujeitos não treinados ($VO_{2max} = 2,25 \pm 0,57$ l/min). Já para MAGEL et al. (1975) e GERGLEY et al. (1984) o treinamento só será efetivo para a manutenção do VO_{2max} se ele empregar um padrão de treinamento que seja equivalente em intensidade e duração no trabalho em terra e na água.

2.5. Freqüência Cardíaca

A FC é o número de batimentos ventriculares por minuto, contados a partir do registro do eletrocardiograma ou de curvas de pressão sanguínea. A FC também pode ser facilmente determinada pela auscultação com um estetoscópio ou pela palpação sobre o coração, ambos durante repouso e em exercício (ASTRAND & RODAHL, 1987).

A FC é um dos parâmetros cardiovasculares mais afetados pelo exercício e se constitui no mais freqüentemente estudado. Diante de uma informação de que o organismo será submetido a uma situação nova, no caso um exercício físico, a FC aumenta linearmente com a intensidade do esforço físico e com o aumento do VO_2 (BROOKS & FAHEY, 1984 e ARAÚJO, 1986).

LEITE (1984), coloca que para a fisiologia do exercício e ergometria a FC é um parâmetro importante por vários aspectos como:

- pode ser controlada antes, durante e após o esforço físico;
- em protocolos submáximos, ainda é o parâmetro fisiológico mais usado para medir o consumo de oxigênio;
- pode ser utilizada para classificar a intensidade do esforço físico;
- é considerada o principal parâmetro utilizado para prescrever atividades dentro de intensidades recomendadas pelo ACSM, que aconselha intensidades de 60 a 85% da FC_{max} .

BROOKS & FAHEY (1984), LEITE (1984) e ARAÚJO (1986) observaram o comportamento da FC, durante determinados exercícios físicos cuja a intensidade era constante, e verificaram que em torno do 4º ao 6º minuto a FC se estabiliza. Este estado de equilíbrio denomina-se “steady state”. Os autores concluíram que em geral, a FC estabiliza-se e não varia, exceto se a intensidade do esforço diminuir ou aumentar. Para LEITE (1984), um esforço

de mesma intensidade aplicado em diferentes indivíduos, apresenta diferentes respostas hemodinâmicas, dependendo da idade, sexo e capacidade física.

A FCR é influenciada pela idade, fatores emocionais, posição do corpo, influências ambientais e nível de aptidão cardiorrespiratória. Torna-se progressivamente menor com o aumento da idade. Fatores emocionais, tais como excitação e medo, acarretam aumento da FC através do sistema nervoso autônomo. A FCR é menor na posição supina, aumenta ligeiramente na posição sentada e eleva-se mais na posição de pé. Aumenta com a altitude e com a elevação da temperatura ambiente, sofrendo também modificações com a imersão no meio líquido. Correlaciona-se inversamente com o VO_{2max} , sendo menor nos indivíduos com melhor condicionamento físico. Não raramente, encontra-se FCR variando entre extremos de 30 bpm ou menos, em atletas altamente condicionados, para 100 bpm ou mais, em adultos sedentários (KRUEL, 1994).

A imersão do indivíduo no meio aquático, segundo RISCH et al. (1978a) e RISCH et al. (1978b), na posição vertical e em diferentes profundidades, modifica o volume do coração.

Segundo ARBORELIUS et al. (1972a) ocorre uma redistribuição do fluxo sanguíneo quando o indivíduo está imerso até o pescoço, em meio líquido. Para McARDLE et al. (1985), o sistema cardiovascular permite a regulação rápida da FC assim como a distribuição efetiva do sangue no circuito vascular em resposta as necessidades metabólicas e fisiológicas do organismo.

Segundo BLOMQUIST (1983), os efeitos da gravidade devem ser levados em conta toda vez que uma taxa hemodinâmica é modificada. Todas as pressões intravasculares têm um componente gravitacional; a posição do corpo e as características funcionais dos vasos sanguíneos determinam a distribuição do volume cardiovascular. Em consequência, esta distribuição determina a função cardíaca de bombeamento.

Embora o trabalho de Paulev & Hansen tenha aproximadamente 30 anos, e muitos estudos tenham sido feitos neste intervalo de tempo, as suas afirmações são extremamente atuais. De acordo com PAULEV & HANSEN (1972) é largamente aceito que ocorre uma bradicardia em humanos durante a imersão no meio líquido, embora exista uma discordância sobre a consistência, grau de diminuição e origem do fenômeno. Acrescentam ainda, que muitas

vezes é assumido que a bradicardia em humanos e a bradicardia devido a imersão em animais são produzidas por mecanismos similares, mas com total falta de uma comprovação.

Vários autores (OLSEN et al., 1962; SCHOLANDER et al., 1962; IRVING, 1963; MAGEL & FAULKNER, 1967; ASMUSSEN & KRISTIANSSON, 1968; MAGEL et al., 1969; STROMME et al., 1970; McARDLE et al., 1971; HOLMER et al., 1974a,b; HEIGENHAUSER et al., 1977; RISCH et al., 1978a,b; MAGEL et al., 1982; SHELDAHL et al., 1984; HAMER & MORTON, 1990; TOWN & BRADLEY, 1991; SVEDENHAG & SEGEN, 1992) relatam que a bradicardia que ocorre durante a imersão (bradicardia do mergulhador) persiste durante o exercício no meio líquido embora isto tenha sido contestado por outros autores (CRAIG & MEDD, 1968; RENNIE et al., 1971; ARBORELIUS et al., 1972a; DENISON et al., 1972; JOHNSON et al., 1977; WHITLEY & SCHOENE, 1987; GREEN et al., 1990; RITHCIE & HOPKINS, 1991).

A bradicardia (AGOSTINI & RAHN, 1960; CRAIG, 1963; IRVING, 1963; PAULEV, 1969; e MAGEL et al., 1982) e a vasoconstrição periférica (AGOSTINI & RAHN, 1960; CRAIG, 1963; ELSNER et al., 1963; JOHANSEN, 1964; PAULEV, 1969; e OLDRIDGE et al., 1978, MAGEL et al., 1982) que ocorrem durante o mergulho nos homens, pode ser influenciada pela postura (CRAIG, 1963 e HARDING et al., 1965), pelo volume do pulmão e pressão intratorácica (ANGELONE & COULTER, 1965; BRICK, 1966; KAWAKAMI et al., 1967; WHAYNE & KILLIP, 1967; PAULEV, 1969; SONG et al., 1969 e MOORE et al., 1973), pelo modificação do retorno venoso (CRAIG, 1963), pela imersão da face (ANGELONE & COULTER, 1965; BRICK, 1966; KAWAKAMI et al., 1967; WHAYNE & KILLIP, 1967; SONG et al., 1969; CAMPBELL et al., 1969; GOODEN et al., 1970 e MOORE et al., 1973) pela temperatura da água (KAWAKAMI et al., 1967; WHAYNE & KILLIP, 1967; CORRIOL & ROHNER, 1968 e SONG et al., 1969) e por fatores corticais (CAMPBELL et al., 1969) mediadas via nervo vago (ANDERSEN, 1966; SONG et al., 1969; MOORE et al., 1973; GROSS et al., 1976 e FINLEY et al., 1979) e que podem ser iniciados por impulsos aferentes de receptores periféricos da face ou dos músculos torácicos (ANGELONE & COULTER, 1965; BRICK, 1966; KAWAKAMI et al., 1967; WHAYNE & KILLIP, 1967; SONG et al., 1969 e MOORE et al., 1973) .

Segundo JOHANSEN (1964) e OLDRIDGE et al. (1978), o reflexo do mergulho é um reflexo de conservação de oxigênio, que consiste na impressionante baixa da FC, vasoconstrição periférica e o aumento do suprimento sangüíneo em órgãos vitais como o cérebro e o coração.

Este reflexo, segundo CRAIG (1963), foi observado pela primeira vez no mergulho de vertebrados e subseqüentemente parte dele foram demonstradas no homem. Mesmo sujeitos não treinados podem demonstrar uma acentuada baixa na FC.

Além disso, têm sido registradas evidências de que a simples imersão do rosto, sem colocar todo o corpo na água, pode causar o reflexo do mergulho (Elsner, Scholander e Wolf, apud KAWAKAMI et al. 1967). Esta diminuição da FC após a imersão do rosto na água foi confirmada também por AGOSTINI & RAHN (1960), OLSEN et al. (1962), CRAIG (1963), IRVING (1963), ANGELONE & COULTER (1965), BRICK (1966), KAWAKAMI et al. (1967), WHAYNE & KILLIP (1967), SONG et al. (1969), PAULEV (1969), MOORE et al. (1973), FOLINSBEE (1974), OLDRIDGE et al. (1978), FINLEY et al. (1979) e por MAGEL et al. (1982).

TOWN & BRADLEY (1991), ao compararem as alterações na FC_{max} em CAP, CAR e CE, encontraram uma FC_{max} significativamente mais alta na CE do que em ambos os testes na água. A FC_{max} na CAR ficou em 88,6% da CE, enquanto a da CAP ficou a 90% da CE, não sendo encontradas diferenças estatisticamente significativas entre a CAR e CAP.

NAGASHIMA et al. (1995) ao estudarem o comportamento da FCR e FC_{max} em 7 indivíduos realizando exercícios em cicloergômetro dentro e fora d' água encontraram uma FCR significativamente mais baixa (11 bpm) dentro d' água, entretanto, não encontraram diferenças estatisticamente significativas na FC_{max} entre os dois grupos.

DENISON et al. (1972) ao analisarem o comportamento da FC entre indivíduos se exercitando em cicloergômetro dentro e fora d' água, encontraram uma FC na água 10% (5-13 bpm) mais alta do que fora, nos mesmos níveis de VO_2 .

NORSK et al. (1986), ao estudarem 10 homens com idade média de 26 anos, durante uma imersão média de 4 horas nas profundidades de cicatriz umbilical, linha do mamilo e pescoço e durante repouso fora d' água,

encontraram um diminuição significativa na FC durante a imersão quando comparada ao repouso fora d' água (FC fora d' água \bar{X} 6, FC cicatriz umbilical 68 ± 3 , FC linha do mamilo 60 ± 2 e FC linha do pescoço 62 ± 2).

TABELA 06 - Relação entre frequência cardíaca de repouso (FCR) e o decréscimo causado pela imersão na água em uma piscina^{a,b}.

FCR	Diminuição / imersão
70-79	05
80-89	11
90-99	14
100-109	16

^a FALLS (1968)

^b Temperatura entre 18 e 30° C

De acordo com Tuttle & Corleaux e Stromme et al. apud HEIGENHAUSER et al. (1977), a diminuição da FC está associada com a imersão na água e não está relacionada com o grau de treinamento do indivíduo. Entretanto para Tuttle & Templin apud FALLS (1968) as reduções da FC variam diretamente com a FCR, durante imersão na água com o corpo na horizontal conforme TABELA 06.

KRUDEL (1994), encontrou alterações na FC (TABELA 07) que podem estar relacionadas a FCR e também ao aumento do grau de imersão.

TABELA 07 - Relação entre as diferentes faixas da FCI e as modificações médias na FC causadas pela imersão nos pontos anatômicos de tornozelo (FCT), joelho (FCJ), quadril (FCQ), cicatriz umbilical (FCU), xifóide (FCX), ombro (FCO), pescoço (FCP) e ombro com os braços fora d' água (FCOF).

MODIFICAÇÕES NA FREQUÊNCIA CARDÍACA (bpm)								
FCI	FCT	FCJ	FCQ	FCU	FCX	FCO	FCP	FCOF
50-59 (n=1)	0,0	-1,0	-2,0	-3,0	-6,0	-7,0	-7,0	+2,0
60-69 (n=5)	+2,0	-0,8	-3,8	-6,0	-8,0	-7,6	-4,0	-4,0
70-79 (n=9)	+1,0	-2,6	-8,0	-11,0	-12,2	-15,1	-14,6	-8,0
80-89 (n=19)	+0,2	-0,6	-9,4	-13,1	-17,1	-15,4	-15,0	-12,0
90-99 (n=11)	+0,4	-3,1	-11,4	-14,9	-18,5	-18,1	-23,1	-19,6
100-109 (n=7)	-3,0	-4,0	-9,9	-12,9	-18,1	-20,3	-17,1	-13,8
110-120 (n=2)	-3,0	-2,5	-13,5	-27,5	-29,5	-26,5	-27,0	-18,5

Fonte: KRUEL (1994)

De acordo com GREEN et al. (1990), os resultados encontrados em sua pesquisa sugerem que a medição da FC de um indivíduo durante a caminhada na água profunda não reflete as demandas metabólicas de trabalho que poderia ser previsto com base no teste de esteira. Segundo o referido autor,

pode-se esperar FC mais baixas na piscina do que em terra, graças ao mecanismo baroreflexo-imediato que levaria a uma tomada máxima de oxigênio maior na água. O autor sugere ainda que, se a caminhada em água profunda for usada como uma atividade de treinamento para a aptidão física, a capacidade de exercício do indivíduo deve ser estimada na piscina, de maneira a determinar a FC apropriada de treinamento.

O trabalho de DENADAI et al. (1997), utilizou a relação FC-Lactato para comparar a corrida em terra com a CAP, e verificou que para as duas intensidades de exercício analisadas (limiar aeróbico e limiar anaeróbico), a FC foi significativamente menor na CAP.

RENNIE et al. (1971) mediram a resposta da FC em exercício de pernas para cima e durante imersão até o pescoço. Seus resultados sugerem que em baixas intensidades de exercício, a FC seria mais baixa devido a um elevado VS. Entretanto, eles verificaram que, quando os indivíduos se aproximavam do VO_{2max} , a FC durante exercício aquático se aproximava daquela observada enquanto fora d'água. Já YAMAJI et al. (1990), em seu estudo não conseguiu identificar tal relacionamento na FC. De acordo com os referidos autores, isto foi provavelmente conseqüência do tipo de exercício utilizado em seu experimento. Concluíram ainda dizendo que a corrida aquática requer um grande exercício de braços e pernas.

2.6. Lactato

O ACSM (1994) coloca que o consumo de oxigênio aumenta em função linear em relação ao trabalho, até que o VO_{2max} seja alcançado. Com o aumento da intensidade do trabalho há um aumento dos níveis de lactato sanguíneo - denominado limiar anaeróbico - e este parâmetro possui importância para se predizer a condição de realização na prescrição do exercício. O limiar anaeróbico pode ser útil para delimitar-se a transição do exercício moderado para o exercício intenso, salientando-se sua importância na prescrição de exercícios.

De acordo com o ACSM (1984), a contribuição da fonte anaeróbica (fósforo-creatina e glicólise) para o metabolismo energético do exercício é

inversamente proporcional a duração e intensidade da atividade, ou seja, exercícios curtos possuem maior contribuição de fontes anaeróbicas e exercícios mais longos possuem maior demanda da fonte aeróbica.

ASTRAND & RODAHL (1987) colocam que a concentração de lactato sangüíneo aumenta durante e após um exercício intenso, declinando lentamente até o período de repouso. Para se realizar uma determinação do pico de lactato no sangue, devem ser colhidas amostras durante os 5 e 10 minutos do período de recuperação, salientando também que ao estudar-se os efeitos de um trabalho progressivo e escalonado, as amostras recolhidas após o último período de trabalho possuem influência nas cargas precedentes de trabalho.

De acordo com FARRELL et al. (1979) e WILBER et al. (1996), assim como o VO_{2max} , o limiar ventilatório é considerado um preditor válido da performance aeróbica, particularmente entre grupos homogêneos em relação ao VO_{2max} . Já para DENADAI et al. (1997) a validade do método ventilatório em prever a resposta do lactato sangüíneo durante a corrida na água ainda não foi determinada. Entretanto, a literatura atual tem mostrado de modo muito consistente, que a utilização de índices submáximos, principalmente os obtidos através da resposta do lactato sangüíneo, é mais adequada para realizar-se a prescrição e controle dos efeitos do treinamento (Weltman e Coyle apud DENADAI et al. 1997). É importante então que se estude as respostas metabólicas e cardiovasculares durante o exercício submáximo nas atividades aquáticas.

No estudo de WILBER et al. (1996), ambos os grupos exibiram valores de limiares ventilatórios relativamente altos durante todo o período do experimento (6 semanas). Expresso em relação ao percentual do VO_{2max} o limiar ventilatório para a corrida em esteira foi 81,4, 81,7 e 80,1% nos dias 0, 21^o e 42^o, respectivamente, ao passo que os valores do limiar ventilatório para a corrida na água foi de 78,6, 80,0 e 79,6% do VO_{2max} . Estes valores são representativos de atletas bem treinados, que tipicamente produzem um limiar ventilatório entre 75 a 85% do VO_{2max} de acordo com FARRELL et al. (1979).

Segundo WILBER et al. (1996), o relativo alto limiar ventilatório é reflexo dos efeitos do treinamento na produção e remoção do lactato. Para STAINSBY & BROOKS (1990) durante o incremento de exercícios na esteira, o lactato

sangüíneo aumenta curvilinearmente e é dependente do número de fibras musculares recrutadas bem como da intensidade do exercício. Para WILBER et al. (1996) indivíduos bem treinados são capazes de produzir e tolerar níveis relativamente altos de lactato sangüíneo durante exercícios intensos. Para o referido autor, em seu estudo, relativamente altos níveis de lactato sangüíneo foram evidentes, tanto no grupo que se exercitou dentro d' água como no grupo que se exercitou fora d' água no préteste (dia 0), e não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos após 6 semanas de trabalho. Os seus resultados sugerem que a resposta do lactato durante exercício máximo em esteira não foi afetado pelo tipo de exercício realizado. O fato que a produção de lactato e tempo de corrida na esteira até a exaustão não foi diferente entre os corredores de esteira e corredores na água indicam que a tolerância ao lactato foi similar entre os dois grupos. De acordo com o autor citado anteriormente, estes resultados dão suporte à afirmação que a corrida na água promove um nível suficiente de exercício equivalente a corrida em terra para a manutenção do condicionamento físico.

TOWN & BRADLEY (1991), ao compararem as concentrações de lactato sangüíneo entre CAP, CAR e CE, encontraram que os seus níveis para as duas corridas na água (CAP e CAR) foram de 81% da CE.

Já SVEDENHAG & SEGER (1992), encontraram uma concentração de lactato mais alta durante a corrida máxima em águas profundas (12,4 mmol/L) do que durante uma corrida em esteira (10,0 mmol/L).

YOUNG et al. (1995) tinham como hipótese que o treinamento em água quente poderia ter maiores efeitos na utilização de glicogênio muscular e acúmulo de lactato sangüíneo durante exercício do que o treinamento em água fria. Os autores citados, trabalharam com dezoito homens, numa intensidade de 60% do VO_{2max} imersos em água quente (n=9) na temperatura de 35° C e em água fria (n=9) com temperatura de 20° C, durante uma hora, cinco dias por semana, durante oito semanas. Antes e após o treinamento, as respostas cardiorespiratórias, de glicogênio muscular e de lactato sangüíneo foram avaliadas durante uma hora de exercício. Os referidos autores observaram que o treinamento reduziu o uso de glicogênio e o acúmulo de lactato durante o exercício, mas não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre as duas temperaturas trabalhadas.

2.7. Relação FC/VO₂

LEITE (1984) coloca que no início do exercício o organismo consome menos oxigênio do que o requerido realmente, não havendo uma correlação entre FC e as necessidades de oxigênio. Na fase seguinte, ocorre uma correlação entre FC e VO₂, havendo uma situação de equilíbrio designada "steady-state".

CASSADY & NIELSEN (1992) acreditam que uma completa investigação sobre uma modalidade de exercício deve incluir uma avaliação sobre a relação FC/VO₂, primeiramente com indivíduos saudáveis e após os estudos poderiam ser realizados com grupos específicos de pacientes. Muito se tem discutido, segundo os autores, sobre os exercícios calistênicos em terra, ao passo que as informações são limitadas quanto as respostas fisiológicas durante exercícios calistênicos na água.

De acordo com as afirmações de CASSADY & NIELSEN (1992), os exercícios calistênicos na água em várias cadências produzem respostas fisiológicas similares àquelas produzidas em terra, existindo uma relação linear normal entre o VO₂ e cadência e FC e cadência, pressupondo uma relação linear entre FC e VO₂. Esta relação é muito importante quando os professores forem escolher o programa de exercício a ser ministrado.

Segundo AVELLINI et al. (1982), um fator que altera a relação FC/VO₂ é a temperatura da água.

Para TOWN & BRADLEY (1991), a comparação da relação FC/VO₂ na CAP, CAR e CE, quando expressa em termos de pulso de O₂ (FC/VO₂), empresta luz à questão da eficiência cardiovascular. Para a CAR e CE estas razões foram comparáveis (2,63 x 2,66), porém, para CAP, esta razão cresceu para 3,40, sugerindo que uma FC maior foi exigida pelo consumo de oxigênio. GLEIM & NICHOLAS (1989) observaram um padrão similar durante a corrida na esteira n' água a profundidades variáveis, do tornozelo à cintura.

Em contraste, SHELDAHL et al. (1984) notaram que as FC ficavam em torno de 10 bpm a menos durante a bicicleta na água comparada com bicicleta em terra ao mesmo nível de VO₂. Estes autores atribuíram a diferença a uma maior dimensão sistólica-final e diastólica-final no ventrículo esquerdo observadas durante a imersão na água.

Segundo TOWN & BRADLEY (1981) embora os movimentos usados em seu estudo aguardem comparações biomecânicas, o elevado pulso de O_2 durante a CAP sugere que esse movimento é ineficiente se comparado a CAR e CE. Esta diferença de eficiência pode ser creditada aos movimentos atípicos de ambos os braços e pernas em CAP, pois durante a CAP os braços se movem num padrão típico de corrida mas também fazem flutuar o corredor fazendo movimentos circulares, similares aos movimentos de braço executados quando se anda na água. As pernas também se movem de um modo pouco familiar à corrida pela falta de firmeza do passo e avanço mais lento.

Ressaltam ainda, os autores citados anteriormente, que o seu estudo apoia a literatura ao estabelecer a corrida na água como um modo de treinamento viável para corredores. Além disso, a CAR ocasiona um maior consumo de oxigênio e frequência cardíaca do que a CAP. Essas observações metabólicas combinadas com os benefícios práticos do treinamento em água rasa substanciam esta técnica como um modo de treinamento preferível à corrida em água profunda em corredores lesionados.

YAMAJI et al. (1990) estudando o relacionamento entre a FC e o VO_2 durante a corrida em esteira e a corrida em piscina funda, num grupo de 10 corredores de vários níveis do sexo masculino, encontraram que a FC, em geral, não foi significativamente diferente entre a corrida em esteira e a aquática, da mesma forma que o débito cardíaco não foi diferente. Entretanto, segundo os autores, esta conclusão geral deve ser moderada com conhecimento de resultados individuais, pois existiu uma população na qual a FC foi, em média, mais baixa durante a corrida aquática do que na corrida em esteira. Este grupo de atletas foi perito em manter-se flutuando com movimentos que se parecem bastante com os movimentos de corrida usados em terra. Em contraste, outros atletas tinham que confiar muito nos movimentos dos braços para se manterem flutuando. Estes atletas tinham FC semelhantes ou mais altas durante a corrida aquática em comparação com a corrida em esteira.

Já SHELDAHL et al. (1987) e CHRISTIE et al. (1990), ao compararem testes em cicloergômetros dentro e fora d' água a um mesmo $V\dot{Q}$, não encontraram diferenças estaticamente significativas nas FCR e nas FC nos primeiros estágios dos protocolos utilizados. Entretanto as FC nas intensidades

mais altas foram significativamente mais baixas na água, sendo em média 12 bpm mais baixa no estágio III e 7 bpm mais baixa no IV e último estágio para CHRISTIE et al. (1990), e 10 bpm mais baixa para SHELDAHL et al. (1987).

2.8. Parâmetros Biomecânicos

De acordo com CAVAGNA (1975) os músculos transformam a energia química em trabalho mecânico durante o exercício. A taxa de utilização de energia é comumente determinada pela medição do consumo de oxigênio e produção de lactato. Entretanto, a taxa a que estes músculos efetuam o trabalho mecânico é raramente medida. O trabalho mecânico realizado durante exercícios comuns como a caminhada e a corrida no plano tem sido medido somente por pouco tempo e com enorme dificuldade.

Conforme CAVAGNA (1975) é freqüentemente demonstrado que a caminhada e a corrida a um nível de velocidade constante envolve somente uma pequena quantidade de trabalho mecânico externo para vencer a resistência do ar. Este argumento é baseado no fato de que a energia mecânica do corpo, tanto potencial quanto cinética, é a mesma no início e no final de cada passo. De outro lado, se conclui comumente que o trabalho mecânico externo é realizado quando uma mudança na energia mecânica total do corpo é observada depois de um ou mais passos. Por exemplo, quando um monte é escalado (aumento de energia potencial) ou uma corrida é acelerada (aumento de energia cinética). Essas situações diferem da caminhada no plano e da corrida a velocidade constante só na duração de tempo entre o desempenho de trabalho positivo e negativo. Por exemplo, numa corrida plana em velocidade constante o centro de gravidade do corpo sobe ou desce dependendo do trabalho positivo externo durante o aumento da energia potencial e a velocidade de progressão oscila acima e abaixo do valor médio dependendo do trabalho positivo externo durante o aumento da energia cinética do centro de massa do corpo.

Acrescenta ainda CAVAGNA (1975), que os músculos são ativados e exercem uma força para retardar e controlar o movimento. Nesta fase, eles começam a ser estendidos e a força muscular faz um trabalho negativo. Esta

ação de frenagem depende da energia química dos músculos. Desta forma, a energia química aplicada na frenagem e a energia mecânica que não é guardada e recuperada pelos elementos elásticos do músculo aparece e é perdida na forma de calor nos músculos. Esta energia mecânica é então repostada pela contração dos músculos fazendo um trabalho positivo para elevar e reacelerar o centro de gravidade do corpo.

Segundo Cavanagh & Grieve; Arnell et al.; Enoka; Cavanagh e Brown & Parker apud CUNHA et al. (1993), o estudo do movimento humano tem sido muito utilizado na Biomecânica para detectar padrões que reproduzam características individuais ou de grupos específicos. Um dos movimentos mais pesquisados é a locomoção, principalmente, a análise de dados cinemáticos dos membros inferiores.

WINTER & WHITE (1987) colocam que a marcha humana tem sido medida e analisada mais que qualquer outro padrão singular de movimento. De acordo com WYSS et al. (1987) técnicas para avaliar parâmetros de marcha tem estado disponível por aproximadamente 150 anos. Em 1836 os irmãos Weber mediram fatores temporais e de distância da marcha. Para WINTER & WHITE (1987) e DE WIT et al. (1995) até 10 ou 20 anos atrás, no entanto, a marcha era somente estudada em poucos lugares e, principalmente, com pequenas populações. Hoje, cientistas em muitas universidades, hospitais e laboratórios de biomecânica estão engajados na análise de uma grande amostra de pessoas com marchas normal e patológica.

Conforme CAVAGNA (1975) e SACCO & AMADIO (1995) os primeiros estudos sobre dados dinâmicos da fase de apoio da marcha humana, ou seja, contato do pé com o solo, estão descritos nos trabalhos de Marey e Demeny durante o último quarto do século XIX (1885), quando os autores utilizaram uma plataforma de força para medir a componente da força vertical durante um salto na vertical (jump test). Lord apud SACCO & AMADIO (1995) afirma que estudos sobre medidas de distribuição de pressão entre a superfície do pé e o solo já foram desenvolvidas antes da passagem do século. Os referidos autores afirmam que tais trabalhos caracterizam-se pelo importante marco referencial nos estudos sobre medições dinâmicas de forças entre a superfície plantar e o solo, assim como medidas de distribuição de pressão, estudos

estes que deram origem a tantas investigações subseqüentes, nesta importante e significativa área de pesquisa.

CAVAGNA (1975) salienta ainda que, em 1930, Fenn utilizou um tipo similar a plataforma de Marey e Demeny, para medir as componentes da força de reação do solo para frente e para trás aplicadas pelo corpo durante uma corrida. Destas medições de força ele calculou o trabalho mecânico necessário para avaliar as mudanças de velocidade do centro de massa da corrida humana durante cada passada. Ainda, segundo o autor citado, em 1939 Elftman utilizou uma plataforma de força para medir a força exercida por um pé contra o solo durante a caminhada.

Segundo HALL et al. (1996) com a introdução das resistências elétricas do tipo "strain gages" na Universidade da Califórnia, as plataformas de medição de força entre o solo e os pés se tornaram ferramentas de medição cinética padrão nos estudos de locomoção humana.

De acordo com HALL et al. (1996), as plataformas de força são usadas para medir, em três dimensões, a magnitude, posição e direção das forças de reação do solo e os momentos aplicados aos pés em cada fase do movimento humano.

Para Chao apud MACHADO et al. (1993), o campo de ação da análise do movimento humano pode ser dividido em três amplas categorias: estudo cinemático dos membros e movimento articular, análise de forças de reação do solo/pé e pressões de contato e predição de forças articulares internas e musculares. Nosso trabalho está caracterizado na segunda categoria apresentada pelo referido autor.

Para AMADIO (1989), a fase de apoio durante qualquer movimento de locomoção caracteriza um fenômeno complexo, pois muitas variáveis dinâmicas influenciam esta fase do movimento, ou seja, forças internas e forças externas. A força muscular resultante conta com a ação de outras forças como força de frenagem, força de alongamento e impulso de aceleração. Segundo Djatschkow apud SACCO & AMADIO (1995), a força muscular é responsável por colocar em equilíbrio o sistema, agindo contra a força de reação do solo que age sobre o centro de gravidade do indivíduo.

De acordo com AMADIO (1989) a definição do conceito de força, sob o aspecto físico, somente pode ser interpretada a partir do efeito de sua ação, e

assim, podemos interpretar seus efeitos estáticos e dinâmicos. A principal dificuldade de compreensão da natureza desta força está na dosagem ou controle de sua grandeza em função do tempo, as quais exercem uma grande influência nos diferentes movimentos humanos que se utilizam deste parâmetro em distintos graus de intensidade, com dependência de rendimento na execução do movimento. Debrunner apud SACCO & AMADIO (1995) discute que a força de reação deve ser interpretada como sendo a soma das forças de pressão entre a superfície de apoio e a sola do calçado. CAVANAGH (1978) afirma ser necessário o conhecimento dos três componentes de força para a determinação do ponto de aplicação do vetor força, que determina curvas características, orientadas no eixo do tempo para distintas formas de movimento.

Ainda, de acordo com AMADIO (1989), a partir dos fenômenos determinantes da sobrecarga do aparelho locomotor passamos a interpretar as variáveis, dentro do domínio da Biomecânica, que podem ser controladas com a natureza do movimento, principalmente os aspectos da estrutura externa da técnica de execução do movimento, que interferem, em última análise, na determinação e controle da sobrecarga mecânica. Entre esses parâmetros externos da estrutura do movimento com influência na quantificação da sobrecarga mecânica, destacamos a força de reação do solo, que de acordo com Stucke apud SACCO & AMADIO (1995) ocorre durante a fase de apoio ou contato, considerando-se componentes da ação tridimensional da força atuante.

Destacam MOCHIZUKI & AMADIO (1993) que a descrição quantitativa de todos os aspectos mecânicos da marcha normal está ligada às forças que causam o movimento observado e o seu papel no fenômeno analisado. As forças que agem no corpo humano podem ser divididas em duas categorias: as forças internas, como força muscular, forças de tensão transmitidas pelos ligamentos e áreas de articulações; e as forças externas, que representam todas as interações físicas entre o corpo e o meio ambiente. O movimento humano apresenta-se estruturalmente modificado de acordo com características próprias de cada indivíduo, conforme sua natureza morfológica, tipo de atividade que o indivíduo realiza e a sua idade, entre outros fatores.

Para KRUEL et al. (1995a) as respostas dos exercícios praticados na ginástica aeróbica se diferenciam de acordo com as características de cada indivíduo, por exemplo: massa, altura e velocidade de realização do exercício. Embora as características gerais do movimento dos exercícios praticados pelas pessoas seja similar, há diferenças substanciais. Por exemplo, a força de reação do solo se diferencia para cada caso.

Em seu estudo BRUNIERA & AMADIO (1993) chamam a atenção que os movimentos de locomoção são altamente variáveis, não somente entre indivíduos, mas para um mesmo indivíduo a diferentes velocidades, e de apoio para apoio. Além disso, é um processo que precisa de um elaborado controle do sistema músculo-esquelético e sistema nervoso, sendo portanto, não um único fenômeno, mas muitos fenômenos, constituindo-se em um movimento de estrutura complexa para análise e interpretação. Embora duas pessoas não possam se locomover de maneira idêntica, existem certas características na locomoção que permitem uma padronização do movimento. Uma destas características é a dinâmica do movimento, que através da análise das forças de reação do solo pode-se verificar o tipo de movimento envolvido: andar ou correr.

Para SILVA et al. (1993) o conhecimento da cinemática da marcha e da corrida permite a análise e a identificação das possíveis alterações nestas atividades. A análise dos parâmetros temporais da marcha e da corrida auxiliam na descrição do movimento analisado, podendo retratar, se utilizada junto a outros métodos, a integridade muscular, articular e cinestésica dos segmentos envolvidos.

De acordo com BATES et al. (1981) a biomecânica, como já foi visto, tem se utilizado da dinamometria como método de investigação das forças envolvidas nos movimentos, principalmente da força de reação do solo. As forças de reação do solo tem sido freqüentemente usadas como um componente descritivo primário na análise da função do apoio durante a fase de contato com o solo na locomoção. Analisando as curvas de força de reação do solo para o andar e o correr, poderemos descrever o movimento evidenciando algumas características (JACOBS et al., 1972): verifica-se que os valores destas forças registradas serão alterados em função da velocidade de deslocamento. À medida que se aumente a velocidade, os valores dos picos de

força também aumentam e com isso têm-se diferentes padrões de força vertical para diferentes velocidades (BRUNIERA & AMADIO, 1993).

Segundo BRUNIERA & AMADIO (1993) o correr envolve seqüências alternadas de apoio e não apoio, sendo que existe uma fase de flutuação no lugar da fase de duplo apoio do andar. Em relação aos picos de força da corrida, SIMON et al. (1981) demonstraram que o pico de forças, no andar, alcançaram uma força durante o apoio que alcançou valores de até 2,0 vezes o peso corporal.

Em relação aos picos de força da corrida, Willians apud BRUNIERA & AMADIO (1993), encontrou que a magnitude das forças verticais variou conforme a velocidade, e apresentou valores de 1,6 a 2,0 vezes o peso corporal a uma velocidade de 3,4 m/s e 2,9 vezes o peso corporal a 5,4 m/s. Já PAYNE (1983), encontrou um pico de 3,5 vezes o peso corporal para velocistas a uma velocidade de 9,5 m/s. E Baumann apud AMADIO (1989), calculou a curva força-tempo para uma velocidade de 7,0 m/s e verificou que a componente vertical da força de reação do solo varia de 3,0 a 3,5 vezes o peso corporal.

Autores como DUARTE et al. (1995) afirmam que nos últimos anos, uma variação da locomoção subindo e descendo escadas popularizou-se como uma atividade física de baixo-impacto: o "step", que é caracterizado pelo contato constante de um dos pés com o solo. Nesta modalidade são empregadas plataformas (degraus) de altura variável em função do nível de condicionamento físico, da estatura do sujeito e de sua experiência com a tarefa.

MICHAUD et al. (1993) compararam as componentes verticais e laterais da força de reação do solo produzidas durante movimentos comumente empregados em rotinas de dança aeróbica com rotinas utilizadas no "step". Os referidos autores avaliaram atividades de alto e baixo impacto executadas em alta intensidade a partir de uma rápida cadência musical, determinando que valores médios para a força vertical ativa máxima em atividades classificadas como de alto impacto são comparáveis àquelas geradas durante corridas de longa distância, cerca de 2,65 vezes o peso corporal, e que este fator associado ao grande número de repetições da dança aeróbica pode levar a lesões crônicas nas extremidades inferiores. Com relação às componentes

laterais, estas não foram significativamente diferentes para as modalidades de alto e baixo impacto.

De acordo com HAY (1981), um outro parâmetro biomecânico que deve ser estudado para a compreensão de muitas técnicas desportivas é a relação impulso-momento.

Para DONSKOI & ZATZIORSKI (1988) se denomina impulso de uma força a medida da ação desta força sobre um corpo em um determinado intervalo de tempo. No caso da ação simultânea de várias forças, a soma de seus impulsos será igual ao impulso de sua resultante nesse mesmo tempo. Qualquer força, aplicada inclusive por frações de segundo, tem um impulso. Como resultado do impulso, tanto de uma força como do momento desta força, se originam variações dos movimentos, que dependem das propriedades inerciais do corpo e influem na variação da velocidade do movimento (quantidade de movimento, momento cinético).

Complementando, DONSKOI & ZATZIORSKI (1988) dizem que o estudo do impulso ajuda a compreender os fundamentos físicos dos movimentos, necessários para o estudo das particularidades específicas das ações motoras.

Afirmam ainda DONSKOI & ZATZIORSKI (1988) que, durante os movimentos humanos, as forças aplicadas sobre um corpo em um certo espaço de tempo realizam trabalho e fazem variar as posições e a velocidade de seus membros, de forma a ocorrer uma variação de energia no sistema. O trabalho caracteriza um processo durante o qual varia a energia do sistema. A energia, por sua vez, caracteriza o estado do sistema, que varia como consequência do trabalho. As características energéticas mostram como se modificam os tipos de energia durante os movimentos e como ocorre o processo de variação da energia.

De acordo com WILBER et al. (1996) em seu estudo, a corrida na água foi equivalente à intensidade e à duração ao trabalho em esteira fora d' água. Apesar de não ter sido feito eletromiografia, a corrida em água profunda parece recrutar menos fibras musculares nos membros inferiores quando comparada à corrida em terra devido ao fato que a corrida na terra envolve flexão plantar contra uma superfície sólida. Ao contrário, a corrida na água pode recrutar mais fibras musculares nos membros superiores do que a corrida na terra devido à resistência da água. Contudo, o movimento da corrida na água, se observado

atentamente repete a corrida em terra e, geralmente, envolvem musculaturas similares e na mesma faixa de movimento.

2.8.1. Balanço das forças atuantes na direção vertical sobre um corpo semisubmerso num líquido

Seja um corpo de massa m , submetido à aceleração da gravidade g , com um volume vol submerso num líquido com densidade ρ , conforme mostra a FIGURA 11.

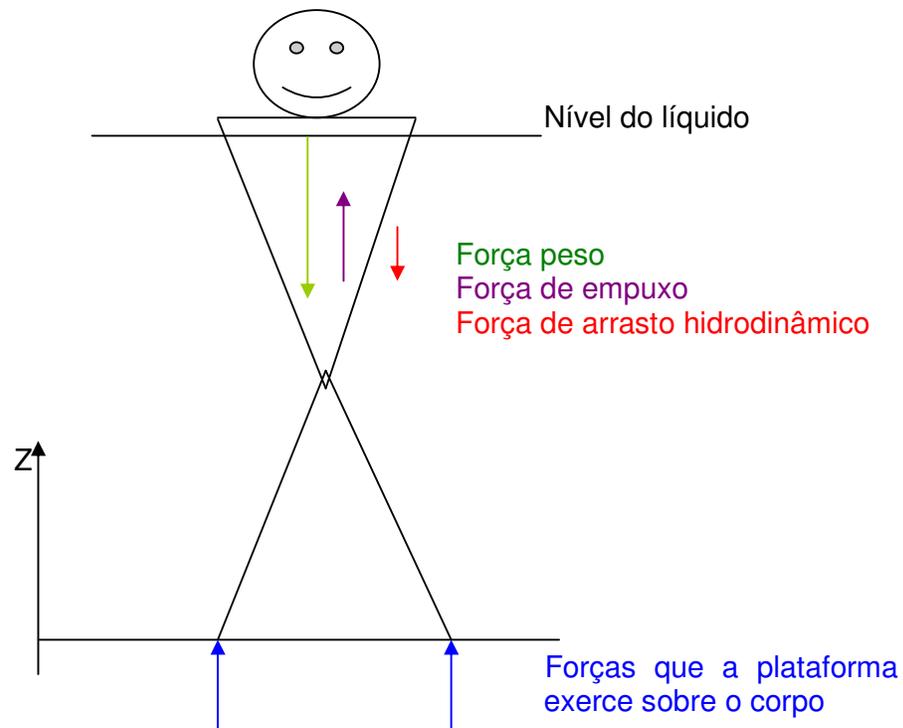


FIG. 11 – Forças que atuam sobre o corpo num movimento ascendente

Ao movimentar-se para cima, este corpo responde às forças descritas na FIGURA 11. Realizando um somatório na direção Z tem-se, para o instante de tempo t ,

$$F_p + \rho vol g - mg - c_d A \rho \frac{V^2}{2} = m a$$

onde:

F_p : somatório das forças que a plataforma exerce sobre o corpo, origem do movimento e variável no tempo;

$\rho vol g$: força de empuxo, a favor do movimento e variável no tempo, em função da variação do volume submerso vol ;

mg : força peso, constante, que opõem-se ao movimento;

$c_d A \rho \frac{V^2}{2}$: força de arrasto hidrodinâmico, que sempre opõe-se ao movimento e é variável no tempo, já que a velocidade V varia, além da área de referência e do coeficiente de arrasto hidrodinâmico c_d , dependendo de como é formulado;

ma : força resultante que impulsiona o corpo com aceleração a , variável, e igual à sua variação de quantidade de movimento no tempo.

2.9. Protocolos e ergometria

Os estudiosos têm dedicado muito tempo na procura de um único teste que melhor avalie a aptidão física. Em meados de 1884, Mosso, um pesquisador italiano, observou os efeitos de exercitar um músculo em um ergômetro, levantando a hipótese de que a eficiência muscular era dependente de fatores circulatórios. A partir do trabalho de Mosso, muitas pesquisas têm sido conduzidas para mostrar que certos fatores cardiovasculares estão relacionados a uma boa condição física (MATHEWS, 1980).

Para GUYTON (1988), as atividades diferem de acordo com sua duração e sua intensidade e exigem ativação de sistemas energéticos específicos. Em muitos exercícios os três sistemas de transferência de energia, o sistema ATP-CP ou fosfagênios, o sistema glicolítico ou do ácido láctico e o sistema aeróbico atuam em momentos diferentes durante o exercício. Seus efeitos no processo energético estão relacionados diretamente à duração e à intensidade da atividade específica.

De acordo com o ACSM (1994), o princípio básico de todo protocolo para o teste de esforço é um aumento progressivo no trabalho externo dos

grandes grupos musculares até um ponto final de fadiga, ou a interrupção devido a respostas anormais.

O ACSM (1994) coloca que o propósito do teste de esforço é determinar as respostas fisiológicas do estresse físico controlado. O teste de esforço funcional é utilizado na determinação da capacidade de exercício e respostas cardiopulmonares para a prescrição de exercícios. Os propósitos do teste de esforço podem abranger a avaliação da aptidão aeróbica ou então testes para a saúde cardiovascular.

Para FREITAS & COSTA (1992), o teste ergométrico é um meio não invasivo de diagnóstico e avaliação no qual se emprega o esforço físico programado para que ocorra aumento do trabalho do coração, provocando assim um desequilíbrio no VO_2 , sendo a melhor maneira de avaliar a condição física e cardiorespiratória de sedentários e atletas.

Os testes ergométricos, na concepção de MYERS & FROELICHER (1993), têm sido amplamente difundidos como meio de obtenção e avaliação das respostas cardiorespiratórias ao esforço. Para a verificação destas respostas e de inúmeras outras que se possa objetivar é necessário um tipo de exercício que aumente o trabalho do sistema cardiopulmonar até o seu limite mais elevado, ou seja, respostas orgânicas máximas, porém com segurança e dentro de um período de tempo determinado.

Segundo TUBINO (1984), ARAÚJO (1986) e o ACSM (1994), os denominados testes ergométricos são provas realizadas com o auxílio de ergômetros, que permitem medir e avaliar esforços desenvolvidos em indivíduos atletas e não atletas, verificando-se as capacidades aeróbicas e anaeróbicas, sendo que os testes ergométricos realizados no laboratório possuem uma maior fidedignidade que os testes realizados em campo.

Já para LOPES et al. (1995), um dos problemas mais críticos na avaliação fisiológica e biomecânica de indivíduos é a aplicação dos resultados em situação real da modalidade. De acordo com CORSINO et al. (1995) a literatura científica indica, que para avaliar as respostas fisiológicas e metabólicas em indivíduos, deve-se tentar reproduzir os movimentos específicos requeridos pela atividade física durante o processo de medição. Somente assim será possível obter resultados confiáveis das respostas fisiológicas e metabólicas na atividade de interesse. O ACSM (1994)

complementa, dizendo que os testes utilizados para a avaliação da atividade devem ser específicos no que diz respeito ao modo de exercício e ao propósito do teste.

Conforme TUBINO (1984), ARAÚJO (1986), McARDLE et al. (1992) e MARINS & GIANNICHI (1998) há uma variedade de protocolos para a utilização em ergômetros, onde os indivíduos que estão sendo testados são colocados sob um determinado esforço e cada um deles apresenta características específicas. As diferenças entre os protocolos emergem do amplo espectro de variações existentes que permitem um grande número de combinações. Os protocolos podem ser máximos ou submáximos e, com relação aos ergômetros, podem ser comuns a vários e específicos para alguns.

O teste máximo, para ARAÚJO (1986), é aquele em que ocorre a exaustão do testado ou, aquele onde o indivíduo interrompe o teste. A interrupção pode ser devido ao surgimento de sintomas clínicos importantes, ou pela intervenção médica diante de determinadas alterações eletrocardiográficas e clínicas. Todos os demais são considerados submáximos, incluindo os que possuem como limitações a FC_{max} prevista.

Quanto ao tipo de esforço, ARAÚJO (1986) e MYERS & FROELICHER (1993) colocam que o teste pode ser dinâmico ou estático, sendo o dinâmico aquele realizado em esteira, banco, cicloergômetro entre outros, e o estático aquele esforço onde não há movimento de grandes grupamentos musculares, como por exemplo a dinamometria de apreensão manual. Citam também que os dinâmicos são os mais utilizados para testes de esforço, pois proporcionam um maior aumento no débito cardíaco e na troca de oxigênio.

ARAÚJO (1986) salienta que os protocolos podem ser de carga única ou de várias cargas, sendo o teste discriminado de acordo com o seu número de cargas ou estágios. Os protocolos de carga única são os menos utilizados quando relacionados aos de várias cargas, sendo que estes últimos discriminam melhor as respostas fisiológicas ao esforço e impedem uma sobrecarga ao sistema cardiovascular.

De acordo com ARAÚJO (1986) e MARINS & GIANNICHI (1998), os protocolos de testes de esforço devem ser analisados quanto à duração de seus estágios, sendo realçado que a maioria possui uma duração igual para todos os estágios, podendo ser caracterizados como possuindo ou não

condições de adaptação do organismo à carga imposta. Os protocolos podem possuir pausas ou não, sendo denominados descontínuos (intervalados) ou contínuos, respectivamente, onde os descontínuos podem ser subdivididos em: com repouso ativo ou com repouso total. Os protocolos descontínuos se constituem nos mais indicados quando deseja-se eliminar a interferência de uma carga sobre a outra, propiciando ao testado realizar uma quantidade de trabalho total maior, evitando um acúmulo de lactato sangüíneo.

Para MARINS & GIANNICHI (1998), a utilização da lactacidemia é bem difundida nos países desenvolvidos. No Brasil, entretanto, representa uma realidade quase que restrita aos centros de pesquisa, sendo praticamente inexistente nos locais de treinamento de forma sistemática.

Para os referidos autores, o objetivo do teste de lactacidemia é medir a concentração do lactato sangüíneo após um determinado esforço, e permitir ao avaliador diagnosticar a curva de formação de lactato de acordo com a intensidade que está sendo proposta a atividade. Desta forma, é possível estabelecer uma relação entre esforço e participação do metabolismo anaeróbico láctico, trazendo informações extremamente úteis para o planejamento de um treinamento ou para a elaboração de uma estratégia durante uma competição.

A dosagem do lactato sangüíneo é, normalmente, realizada segundo KISS (1987), através da coleta de uma pequena quantidade de sangue arterializado no lóbulo da orelha ou no dedo indicador.

Existe um grande número de protocolos que apresentam pontos positivos e negativos, porém a escolha de um determinado teste deverá necessariamente ter como orientação a interferência dos seguintes fatores: objetivos do teste, população a ser testada e disponibilidade de material.

3. METODOLOGIA

3.1. População e Amostra

3.1.1. População

A população alvo deste estudo foi formada por indivíduos do sexo feminino do programa de extensão universitária em hidroginástica da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3.1.2. Amostra

A amostra foi composta por 23 indivíduos do sexo feminino, com idade entre 40 e 70 anos, praticantes de hidroginástica há pelo menos seis meses, que não eram portadores de nenhum tipo de problema físico, participantes do programa de extensão universitária em hidroginástica da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A amostra foi subdividida em cinco grupos (um grupo para cada exercício de hidroginástica escolhido).

3.2. Procedimentos para Seleção da Amostra

Os alunos dos programas de extensão em hidroginástica da ESEF-UFRGS foram selecionados por voluntariedade. Os mesmos foram convidados através de cartazes e comunicações verbais em sala de aula a participarem da pesquisa. Os voluntários compareceram em data e horário pré-estabelecido para a coleta de dados e para o sorteio do exercício que iriam realizar durante o experimento.

3.3. Instrumentos de Medida

Para esta pesquisa foram utilizados os equipamentos disponíveis no Laboratório de Pesquisa do Exercício da UFRGS (LAPEX-UFRGS), no Laboratório de Pesquisa e Ensino do Movimento Humano da UFSM (LAPEM-UFSM), no Laboratório de Medições Mecânicas da UFRGS (LMM-UFRGS) e na IMBRAMED-TECNIMED.

3.3.1. Ficha de Dados Individuais

Para a coleta de dados utilizou-se uma ficha de dados pessoais, na qual constava: nome do indivíduo, idade, tempo de prática em hidroginástica, peso, estatura, nome do exercício a ser executado, medidas de FC, VO_2 , LACTATO, tempo de recuperação (ANEXO 1)

3.3.2. Plataformas de Força

A obtenção de dados fisiológicos e biomecânicos fidedignos é fator preponderante para a qualidade da análise, por isso, a importância da metodologia empregada, a qual depende do uso e construção de equipamento adequado e de suas disponibilidades. Para este estudo, uma vez que não existia plataformas de força que pudessem ser imersas em meio líquido devido aos seus componentes eletro-eletrônicos, foi necessária a construção de uma plataforma de força que pudesse ser colocada dentro do meio líquido. A mesma foi desenvolvida como tema da tese de doutorado do Prof. Hélio Roessler, junto ao Laboratório de Vibrações da UFRGS.

A finalidade da plataforma de força é medir as forças de reação do solo, e os respectivos momentos dos exercícios, decompostos em 3 componentes segundo os eixos cartesianos x, y e z.

De acordo com ROESLER (1997), os critérios básicos para uma plataforma de força, além de sua finalidade básica que é a medição dos esforços a que se propõe, são os seguintes:

- desacoplamento entre forças e momentos entre as componentes dos 3 eixos;
- alta sensibilidade;
- alta frequência natural em relação à máxima frequência medida;
- independência das condições externas como, por exemplo, a temperatura.

Neste trabalho foram utilizadas três plataformas de força, 2 subaquáticas modelo PL2 (uma para cada profundidade de água) projetadas e desenvolvidas na UFRGS por Hélio Roesler, em 1997, e 1 plataforma fora d' água da marca AMTI.

As plataformas PL2, tem as seguintes características:

- dimensões: 500 x 500 mm (de modo a permitir que uma pessoa fique em pé sobre a plataforma com folga);
- carga máxima/sensibilidade: 4000 N/2N (como a carga máxima sobre a plataforma é proporcional à sensibilidade na direção vertical, escolheu-se adotar como parâmetros de projeto a carga máxima de 4000 N e, conseqüentemente sensibilidade de aproximadamente 2 N. Para fora d' água estes valores seriam baixos visto que em um salto uma pessoa de 80 kg poderia danificar uma plataforma, mas para baixo d' água dificilmente a carga máxima será atingida);
- frequência natural: 25 Hz (plenamente aceitável para exercícios de hidroginástica, segundo ROESLER, 1997)
- matéria prima: aço SAE 1010 galvanizado (porque o alumínio é corroído rapidamente na atmosfera de uma piscina);
- erro: 1 %.

Estas plataformas (PL2) utilizam ainda para o sistema de condicionamento de sinal, aquisição e pós processamento:

- placa CIO-EXP-BRIDGE da empresa LR Informática de pontes de Wheanstone e condicionamento de sinal com 16 canais de entrada descrita no manual técnico homônimo revisão 1 de Abril de 1996 com alimentação de 4V;
- placa de conversão analógico-digital CIO-DAS16/JR da empresa LR Informática, com frequência de amostragem de até 50 kHz com 16

canais de entrada descrita no manual técnico homônimo revisão 1 de Abril de 1996;

- programa de aquisição de dados via microcomputador SAD versão 3.2 com funções específicas para utilização com plataformas de força descrito no manual técnico versão 2.5 de Abril de 1997;
- um micro computador Pentium 200 MHz com 16 Mbytes de memória RAM.

A plataforma AMTI modelo OR6-5 tem as seguintes características:

- dimensões: 508 x 464 mm (de modo a permitir que uma pessoa fique em pé sobre a plataforma com folga);
- carga máxima/sensibilidade: 10000N/0,67N;
- matéria prima: aço;

Esta plataforma (AMTI) utiliza ainda para o sistema de condicionamento de sinal, aquisição e pós processamento: o sistema PEAK5 versão 5.3 mais um computador 486 de 50 MHz com 16 Mbytes de memória RAM.

3.3.3. Balança

O instrumento utilizado para determinação da massa corporal, foi uma balança de alavanca da marca FILIZOLA, com resolução de 100 gramas.

3.3.4. Estadiômetro

Para medir a estatura foi utilizado um estadiômetro de madeira. O estadiômetro é constituído de uma escala métrica, na qual desliza um cursor que mede a estatura do indivíduo na posição em pé. Esta escala é fixa a uma base apoiada ao solo, com resolução de 1 mm.

3.3.5. Sensor de Batimentos Cardíacos

Foi utilizado um sensor de batimento cardíaco, marca POLAR, modelo VANTAGE XL, que tem como características:

- indicar simultaneamente a FC, o tempo total de exercício e a hora atual;
- poder armazenar na memória oito diferentes arquivos com trinta e três horas de monitorização;
- gravar e armazenar histórico detalhado para posterior avaliação em computador;
- ser a prova d' água até vinte metros

3.3.6. Analisador de Gases

Modelo TEEM 100, para medida direta do VO_2 (FIG. 12). Este aparelho coleta amostras do gás expirado através de um pneumotógrafo que é acoplado num bocal, o qual é colocado no indivíduo. Utiliza-se um oclisor nasal, obrigando o indivíduo a respirar apenas pela boca.



12 – Aparelho para coleta e análise de gases

3.3.7. Lactímetro

Para a determinação dos níveis de lactato sangüíneo utilizou-se dois analisadores portáteis da marca Böhering (FIG. 13), ACUSPORT™ (portable blood lactate analyser - Boehringer Manhein/Manhein) com fitas da mesma marca e micro lancetas esterilizadas (SoftClik) em "caneta".



FIG. 13 – Lactímetro Portátil

3.3.8. Metrônomo

Para a determinação da frequência de execução dos exercícios foi utilizado um metrônomo WITTNER modelo Taktell Júnior.

3.3.9. Cronômetros

Foram utilizados dois cronômetros da marca Cassio, com resolução de décimo de segundo; sendo um cronômetro oficial e outro reserva para possíveis imprevistos. Os cronômetros foram utilizados para o controle do tempo durante a realização dos exercícios físicos.

3.4. Testagem dos Instrumentos

3.4.1. Ficha de Dados Individuais.

A ficha de dados individuais foi testada por três professores de Educação Física, especialistas em Fisiologia do Exercício, quanto à sua objetividade e validade.

3.4.2. Plataformas de Força

Com a intenção de automatizar o processo de calibração com a ajuda das macros do programa SAD (macros são seqüências de operações que o programa executa automaticamente), os ensaios foram padronizados da seguinte forma (proposta por ROESLER, 1997): um tempo inicial, sem qualquer carga sobre a plataforma, para avaliação do zero de cada canal; após, seqüências de patamares de carga com tempo fixo, dividido em uma parte para o acerto da carga e outra sem qualquer modificação de carga, para avaliação das médias das cargas deste patamar.

Assim, nos ensaios de componente de força foi seguido o seguinte protocolo:

- 40 segundos de repouso para avaliação do zero do ensaio;
- 10 segundos para acerto do primeiro patamar de força em 19,777 N;
- 40 segundos de repouso para avaliação da média deste patamar;
- repetição dos dois últimos passos até a carga de 276,877 N; e
- descarregamento e repouso de 40 segundos para nova avaliação do zero.

3.4.3. Balança

A balança foi aferida com pesos padrões antes de iniciar o experimento.

3.5. Variáveis

3.5.1. Variáveis Dependentes

- Frequência Cardíaca
- Consumo de Oxigênio
- Concentração de Lactato
- Força de Reação Vertical (pico máximo)
- Impulso

3.5.2. Variáveis Independentes

- Exercícios (FIG. 14) fora d' água e em diferentes profundidades de água (neste estudo foram utilizados as profundidades de água de cicatriz umbilical e de ombro).



FIG 14 - Exercícios nas profundidades de ombro, cicatriz umbilical e fora d'água

3.5.3. Variáveis de Controle

- Temperatura da água: a temperatura da água utilizada neste estudo oscilou entre 30 e 31 °C;

3.6. Desenho Experimental

Neste estudo foram utilizados cinco grupos (um grupo para cada exercício) experimentais (QUADRO 02)

QUADRO 02 - Desenho experimental da amostra

GRUPOS	TRATAMENTOS	TESTES
A	X ₁	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₂	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₃	O ₁ - O ₂ - O ₃
B	X ₁	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₂	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₃	O ₁ - O ₂ - O ₃
C	X ₁	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₂	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₃	O ₁ - O ₂ - O ₃
D	X ₁	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₂	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₃	O ₁ - O ₂ - O ₃
E	X ₁	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₂	O ₁ - O ₂ - O ₃
	X ₃	O ₁ - O ₂ - O ₃

A = grupo experimental executando o exercício Garça (FIG. 08);

B = grupo experimental executando o exercício Lagosta (FIG. 01);

C = grupo experimental executando o exercício Jacaré I (FIG. 10);

D = grupo experimental executando o exercício Jacaré II (FIG. 04);

E = grupo experimental executando o exercício Pelicano (FIG. 05);

O₁ = medidas de repouso, que ocorreram antes das sessões de treinamento das variáveis: FC, VO₂, LACTATO;

O₂ = medidas que ocorreram durante as sessões de treinamento das variáveis: FC, VO₂, FORÇAS DE REAÇÃO VERTICAIS e de IMPULSO;

O₃ = medidas de recuperação, que foram realizadas após as sessões de treinamento das variáveis: FC e LACTATO;

X_1 = tratamento 1, os indivíduos realizavam o exercício na profundidade de água ao nível de ombro;

X_2 = tratamento 2, os indivíduos realizavam o exercício na profundidade de água ao nível de cicatriz umbilical;

X_3 = tratamento 3, os indivíduos realizavam o exercício fora d' água.

3.7. Procedimentos da Coleta de Dados

Foram utilizadas as dependências do Centro Natatório Frederico Guilherme Gaelzer e do LAPEX da ESEF-UFRGS, para a coleta de dados.

Os indivíduos selecionados compareceram ao Centro Natatório em dias e horários pré-determinados.

Para a coleta dos dados da amostra foram sorteados cinco exercícios de hidroginástica dos dez exercícios mais utilizados pelos professores de hidroginástica do Brasil (exercícios estes determinados por MORAES, 1998). Cada exercício deveria ser executado por 5 indivíduos diferentes, fora d' água e nas profundidades de água de cicatriz umbilical e ombro, durante 5 minutos, na frequência média de execução do exercício determinada por MORAES (1998), na segunda etapa de seu estudo. O indivíduo realizava o exercício sorteado, primeiramente, durante 15 segundos, com o objetivo de adaptação, ao final dos 15 segundos era feita a contagem do número médio de repetições. Quando este número não correspondeu à média, proposta pela referida autora, foi considerado o número médio de repetições com um desvio padrão acima, com o objetivo de fazer com que o indivíduo se aproximasse da realidade de uma aula de hidroginástica com uma sensação subjetiva ao esforço de nível moderado.

O tempo de recuperação entre um exercício e outro foi determinado de forma individual e dependeu do tempo que o indivíduo levou para que seu lactato e a sua FC voltassem aos níveis de repouso, até o tempo máximo de 50 minutos. Caso neste tempo o indivíduo não tivesse retornado ao níveis de repouso, o mesmo realizava a série seguinte. A ordem de execução das séries foi primeiramente com água na altura do ombro, depois com água na altura da cicatriz umbilical e por último fora d' água.

Os exercícios sorteados foram o Garça I (FIG. 08), Lagosta I (FIG. 01), Jacaré I (FIG. 10) e II (FIG. 04) e o Pelicano (FIG. 05).

Para as medidas fisiológicas e biomecânicas as mulheres deveriam estar em trajes de banho (maiô ou biquíni) e descalças.

Primeiramente, foi feita a leitura da estatura e do peso corporal. Após o indivíduo deveria permanecer em repouso, sentado, por no mínimo 10 minutos para a coleta dos valores de FC, VO_2 e LACTATO de repouso (FIG.15).



FIG. 15 – Coleta dos dados de repouso

Após as coletas de repouso, cada indivíduo foi submetido ao exercício de hidroginástica previamente sorteado. O exercício foi executado durante 5 minutos, e durante o mesmo foi feito:

- 1) o registro da FC de um em um minuto;
- 2) a análise do VO_2 de vinte em vinte 20 segundos; e
- 3) o registro das forças de reação verticais durante os dois primeiros minutos de exercício.

Ao término do exercício foi feito o registro:

- 1) da FC de um em um minuto até o vigésimo minuto, e após caso fosse necessário, de cinco em cinco minutos;
- 2) da concentração de lactato sangüíneo no terceiro minuto, no quinto minuto e de cinco em cinco minutos até que a concentração de lactato voltasse aos níveis de repouso; e
- 3) do VO_2 , que foi coletado imediatamente após o término do exercício.

3.7.1. Rotinas para determinação das variáveis dependentes

3.7.1.1. Rotina para determinação do Consumo de Oxigênio

Para determinação do Consumo de Oxigênio foi feita a leitura do consumo de oxigênio de repouso (sentado fora d'água) e durante o exercício, de vinte em vinte segundos até o término de cada série de exercício.

A coleta do VO_2 foi feita através de medida direta utilizando o aparelho portátil modelo TEEM 100, o mesmo foi colocado na borda da piscina (FIGURA 12, página 63) dentro de uma cesta plastica isolada por um saco plastico.

3.7.1.2. Rotina para determinação da concentração de lactato sangüíneo

Para avaliação nas alterações dos níveis de lactato sangüíneo os indivíduos submeteram-se à coleta de sangue: a) antes do inicio do teste, e b) após cada série de exercício no terceiro minuto, no quinto minuto e de cinco em cinco minutos até que a concentração de lactato voltasse aos níveis de repouso.

A dosagem do lactato foi realizada com o indivíduo sentado no lado de fora da piscina. A proximidade viabilizou as coletas logo ao término de cada série. A coleta foi através do aparelho portátil modelo ACCUSPORT™. Optou-se por coletar o sangue no dedo indicador e utilizou-se compressas de gaze hidrófila embebidas em álcool para assepsia do local.

3.7.1.3. Rotina para determinação da freqüência cardíaca

Para a leitura da FCR o indivíduo permaneceu sentado, por no mínimo 10 minutos, após foi feita a leitura da FCR. A leitura da FC durante o exercício foi feita de um em um minuto. A leitura da FC durante o intervalo entre as séries foi realizada de um em um minuto até o vigésimo minuto. Caso fosse necessário continuar fazendo a leitura da FC após este tempo a mesma foi coletada de cinco em cinco minutos até que o indivíduo atingisse novamente a FCR.

3.7.1.4. Rotina para determinação das forças de reação na vertical

Os ensaios foram executados todos em uma seqüência pré-estabelecida. Foi separado o canal da força na direção vertical (F_z) das plataformas. Conforme ROESLER (1997), através da transformada de Fourier as frequências dos exercícios realizados dentro d' água em seu experimento estavam contidas na faixa de 0 a 6 Hz, sendo que o pico que se observa em 60 Hz é causado pelo ruído captado da rede elétrica. Considerando estes resultados utilizou-se nesta pesquisa uma filtragem com filtro passa-baixo com frequência de corte de 10 Hz como margem de segurança. Após foi feita uma média dos picos de força obtidos por cada indivíduo em cada série, sendo esta média considerada o pico de força na vertical executada pelo indivíduo em uma série.

3.7.1.5. Rotina para determinação do impulso

Como o impulso, segundo HAY (1981), é igual à área sob a curva força-tempo para um dado intervalo de tempo, e o impulso total é a soma de todos os números infinitos de tais impulsos menores, em nosso trabalho o impulso total foi calculado matematicamente como sendo a integral da curva força-tempo no intervalo de tempo de execução de uma série do exercício dividido pelo número de repetições realizadas.

3.8. Tratamento Estatístico

Foi utilizada a estatística descritiva, o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, a análise de variância ANOVA e teste F, para comparar as classes de variáveis classificatórias. Para a localização das diferenças, utilizou-se o teste de Tukey. Utilizou-se também a Análise Fatorial de Componentes Principais, a Correlação Linear do Produto Momento de Pearson para verificar a correlação entre as variáveis fisiológicas e biomecânicas e a Análise de Regressão Linear para determinarmos o grau de influência de uma variável sobre outra. O pacote estatístico computacional utilizado foi o SPSS for Windows, versão 8.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, com a finalidade de caracterizar a amostra, apresenta-se a TABELA 08 com os resultados médios e desvios padrões das variáveis: idade (ID), estatura (EST), peso corporal total (PCT) dos indivíduos.

TABELA 08 – Médias, desvio padrão, erro padrão, intervalo de confiança da média e valores mínimos e máximos das variáveis peso, estatura e idade

Variáveis N = 23	χ	δ	Erro Padrão	95% do Intervalo de Confiança da Média		Mínimo	Máximo
				Limite inferior	Limite superior		
PESO (kgf)	66,07	$\pm 8,87$	1,8488	62,2397	69,9081	50,00	83,30
ESTATURA (cm)	156,15	$\pm 8,86$	1,8489	152,3135	159,9821	147,50	171,00
IDADE (anos)	54,00	$\pm 11,16$	2,3270	49,1741	58,8259	39,00	71,00

Para testarmos a normalidade da amostra utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk, o qual é indicado para amostras com menos de 50 indivíduos. Os resultados (TABELA 09) apresentaram uma distribuição normal.

TABELA 09 - Teste de Normalidade da amostra. Variáveis VO₂O, VO₂U, VO₂F FCO, FCU, FCF, ImpO, ImpU, ImpF, FzF, FzU, FzO, LacO, LacU, LacF.

Variáveis e condições experimentais	Shapiro-Wilk
VO ₂ F	,393
VO ₂ U	,384
VO ₂ O	,988
FCF	,981
FCU	,278
FCO	,252
ImpF	,868
ImpU	,967
ImpO	,652
FzF	,424
FzU	,881
FzO	,907
LacF	,192
LacU	,727
LacO	,565

* diferença estatisticamente significante

Um dos objetivos específicos desse estudo foi determinar e comparar o comportamento das variáveis fisiológicas (FCO, FCU, FCF, LacO, LacU, LacF, VO₂O, VO₂U e VO₂F) e biomecânicas (ImpO, ImpU, ImpF, FzO, FzU e FzF)

entre cinco exercícios de hidroginástica (Garça, Lagosta, Jacaré I, Jacaré II e Pelicano).

Na comparação das médias das variáveis analisadas entre os cinco exercícios propostos utilizou-se a análise de variância, ao nível de significância de 5% (TABELA 10), e com a intenção de verificar em quais variáveis e exercícios encontravam-se as diferenças entre as médias das variáveis estudadas empregou-se o teste post-hoc de Tukey.

TABELA 10 – Médias, desvio padrão e freqüência de execução (f) dos exercícios nas variáveis FCO, FCU, FCF, LacO, LacU, LacF, VO₂O, VO₂U, VO₂F, ImpO, ImpU, ImpF, FzO, FzU, FzF e análise de variância entre os exercícios.

	Garça (n=4) $f=57\pm 7$ rep/min		Lagosta (n=5) $f=86\pm 21$ rep/min		Jacaré I (n=5) $f=63\pm 10$ rep/min		Jacaré II (n=5) $f=70\pm 16$ rep/min		Pelicano (n=4) $f=61\pm 9$ rep/min		
						χ	δ	χ	δ	χ	δ
FCO	120,3	±17,06	118,5	±4,07	127,2	±12,97	120,3	±5,38	130,0	±15,08	
FCU	132,5	±19,49	123,8	±18,51	138,8	±11,82	145,8	±27,51	135,0	±14,76	
FCF	132,0	±22,08	126,8	±17,37	144,8	±21,21	158,6	±20,72	159,8	±21,76	
LacO	2,3	±0,64	1,6	±0,21	1,9	±0,73	1,7	±0,35	2,4	±0,54	
LacU	2,6	±0,72	2,0	±0,42	2,1	±0,54	2,2	±0,20	2,3	±0,61	
LacF	3,3	±1,56	3,2	±0,95	3,1	±1,32	4,8	±1,69	4,6	±1,59	
VO ₂ O	15,3	±2,23	12,8*	±2,07	16,9	±1,59	14,3	±3,77	18,3*	±2,91	
VO ₂ U	16,6	±2,66	16,3	±1,60	20,5	±2,92	18,5	±3,74	19,1	±2,37	
VO ₂ F	15,4*	±4,19	17,9	±1,21	21,6	±2,92	23,3	±6,91	25,0*	±4,45	
ImpO	16,9	±3,28	12,9	±3,28	12,8	±2,72	11,9	±3,27	14,5	±3,40	
ImpU	19,4	±5,23	17,2	±4,50	18,5	±2,40	16,1	±3,30	21,0	±5,28	
ImpF	78,3	±30,22	57,7	±17,63	57,1	±26,43	55,8	±10,66	65,2	±21,89	
FzO	40,75	±7,72	52,01	±19,82	56,88	±14,06	48,71	±13,27	48,43	±8,84	
FzU	47,80	±19,90	66,36	±23,20	62,39	±16,80	65,14	±18,42	58,02	±12,11	
FzF	175,27	±74,28	193,99	±74,73	199,83	±72,52	242,98	±47,36	202,28	±86,15	

* diferença estatisticamente significativa $p<0.05$

Os resultados (TABELA 10) demonstraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre as variáveis analisadas, com exceção do consumo de oxigênio na profundidade de ombro entre o exercício 2 (Lagosta) e o exercício 5 (Pelicano) e do consumo de oxigênio fora d'água entre o exercício 1 (Garça) e o exercício 5 (Pelicano).

Por este motivo para analisarmos se existem diferenças nas variáveis entre as diferentes profundidades de água e os exercícios realizados fora d'água, considerou-se não existir diferenças estatisticamente significantes entre os exercícios propostos, e a análise dos resultados foi realizada com todos os exercícios reunidos em um só grupo.

Já, para a comparação das médias das variáveis analisadas entre as duas profundidades de água propostas e a realização do exercício fora d'água utilizou-se a análise de variância (TABELA 11). Os valores de F encontrados permitem afirmar que as diferenças encontradas entre os tratamentos foram altamente significantes.

Da mesma forma para verificar em quais tratamentos encontravam-se as diferenças entre as médias das variáveis estudadas também foi empregado o teste post-hoc de Tukey (TABELA 12).

TABELA 11 – Análise de Variância das variáveis VO₂, FC, Lac, Imp e Fz nos diferentes tratamentos (fora d'água e nas profundidades de água de cicatriz umbilical e ombro)

		Soma dos Quadrados (SQ)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM)	F	Sig.
VO ₂	Entre Tratamentos	322,475	2	161,238	10,523	,000
	Erro (intratratamentos)	1011,275	66	15,322		
	Total	1333,750	68			
FC	Entre Tratamentos	7216,899	2	3608,449	9,057	,000
	Erro (intratratamentos)	26295,043	66	398,410		
	Total	33511,942	68			
Lac	Entre Tratamentos	43,215	2	21,608	22,760	,000
	Erro (intratratamentos)	61,709	65	,949		
	Total	104,925	67			
Imp	Entre Tratamentos	32777,803	2	16388,902	100,149	,000
	Erro (intratratamentos)	10800,617	66	163,646		
	Total	43578,421	68			
Fz	Entre Tratamentos	341448,485	2	170724,242	98,847	,000
	Erro (intratratamentos)	113991,885	66	1727,150		
	Total	455440,369	68			

O comportamento de todas as variáveis estudadas na execução dos exercícios demonstrou semelhança quanto à diminuição progressiva de seus valores, desde o tratamento fora d'água até a maior profundidade de imersão.

Os resultados do VO₂ encontrados (TABELA 12) demonstraram não existir diferenças estatisticamente significantes entre o exercício realizado fora d'água (20,69±5,25 ml.kg⁻¹.min⁻¹) e o exercício realizado na profundidade de cicatriz umbilical (18,22±2,99 ml.kg⁻¹.min⁻¹). Entretanto ao imergirmos mais o indivíduo até a profundidade de ombro (15,40±3,07 ml.kg⁻¹.min⁻¹) encontramos diferenças estatisticamente significantes em relação aos exercícios executados fora d'água e na profundidade de cicatriz umbilical. Os resultados demonstraram que conforme aumentava a profundidade de imersão diminuía o consumo de oxigênio.

Os indivíduos que se exercitavam na profundidade de cicatriz umbilical demonstraram uma diminuição de 11,94% no VO_2 em relação aos exercícios realizados fora d'água; e na profundidade de ombro a diminuição foi de 25,57%.

TABELA 12 – Valores médios, desvios padrões, erro, intervalo de confiança e valores máximos e mínimos das variáveis FCO, FCU, FCF, LacO, LacU, LacF, VO_2O , VO_2U , VO_2F , ImpO, ImpU, ImpF, FzO, FzU e FzF

Variáveis	N	X	δ	Erro Padrão	95% do Intervalo de Confiança da Média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
VO_2F	23	20,69 ^a	±5,25	1,0956	18,42	22,96	10,60	32,10
VO_2U	23	18,22 ^a	±2,99	0,6238	16,93	19,52	13,70	24,40
VO_2O	23	15,40 ^b	±3,07	0,6396	14,07	16,72	9,30	21,60
FCF	23	144,26 ^a	±23,08	4,8128	134,28	154,24	98,00	190,00
FCU	23	135,30 ^a	±19,14	3,9898	127,03	143,58	91,00	189,00
FCO	23	119,52 ^b	±17,22	3,5895	112,08	126,97	78,00	147,00
LacF	23	3,77 ^a	±1,50	0,3134	3,12	4,42	1,70	6,70
LacU	22	2,22 ^b	±0,48	0,1025	2,01	2,43	1,40	3,40
LacO	23	1,97 ^b	±0,57	0,1188	1,73	2,22	1,10	3,10
ImpF	23	62,02 ^a	±21,50	4,4838	52,73	71,32	20,20	101,82
ImpU	23	18,29 ^b	±4,14	0,8639	16,50	20,09	9,77	27,08
ImpO	23	13,64 ^b	±3,37	0,7029	12,18	15,10	7,32	21,38
FzF	23	204,09 ^a	±68,31	14,2440	174,55	233,63	80,67	314,49
FzU	23	60,55 ^b	±18,13	3,7810	52,71	68,39	19,92	93,44
FzO	23	49,77 ^b	±13,64	2,8446	43,87	55,67	20,68	75,09

Obs. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes para um $p < 0,05$

Estes resultados demonstram que um indivíduo ao realizar um exercício numa cadência e em diferentes profundidades, tem o seu gasto energético diminuído à medida que aumenta o nível de imersão. Tais resultados confirmam os estudos de COSTILL (1971), AVELLINI et al. (1983), VICKERY et al. (1983), GLEIM & NICHOLAS (1989) e TOWN & BRADLEY (1991).

O comportamento da FC (TABELA 12) foi semelhante ao comportamento do VO_2 , pois os resultados demonstraram não haver diferença estatisticamente significativa entre a FCF (144,26±23,08) e a FCU (135,30±19,14), e haver uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos citados e o comportamento da FCO (119,52±17,22).

Os indivíduos que se exercitavam na profundidade de cicatriz umbilical demonstraram uma diminuição de 6,25% na FC em relação aos exercícios realizados fora d'água; enquanto que na profundidade de ombro a diminuição foi de 17,36%.

Ao compararmos a diferença encontrada na FC entre o exercício fora d'água e nas profundidades de cicatriz umbilical e ombro, encontramos um decréscimo de 9 bpm e 23 bpm respectivamente. KRUEL (1994), com indivíduos estáticos, encontrou um decréscimo de 12 bpm (FCU) e 16 bpm (FCO). KRUEL (1997), noutro estudo, também com os indivíduos estáticos, encontrou um decréscimo de 11 bpm (FCU) e 13 bpm (FCO). Os dados do presente estudo e os da literatura demonstram que a diminuição de FC ocorre tanto em movimento como quando os indivíduos estão estáticos no meio líquido, sendo maior o nível de decréscimo quando os indivíduos estão em movimento.

Os resultados encontrados corroboram com os estudos realizados por HEIGENHAUSER et al. (1977), SHELDAHL et al. (1984), HAMER & MORTON (1990) e TOWN & BRADLEY (1991). De acordo com os autores citados anteriormente, a significativa redução da FC ocorre porque, durante os exercícios na água, os indivíduos podem estar se exercitando com menos força cardiovascular. Isto poderia ser devido a uma eficiência maior do coração como uma bomba, associada a um aumento no volume de batimentos e FC diminuídas.

No nosso entendimento esta diminuição de FC está associada a uma diminuição no peso hidrostático do indivíduo quando o mesmo está imerso no meio líquido, pois de acordo com KRUEL (1994) e KRUEL (1995a) ocorre, em mulheres, uma redução no peso hidrostático de 70% na profundidade da cicatriz umbilical e de 85% na profundidade do ombro, fazendo, provavelmente, com que menos unidades motoras sejam recrutadas para realizar movimento no sentido vertical, com conseqüente gasto energético menor. Entretanto, mesmo não tendo sido objeto deste estudo, quando os indivíduos se deslocam no sentido horizontal, mais unidades motoras devem ser recrutadas para vencer a maior resistência que a água oferece em relação ao ar.

Provavelmente, pelo motivo citado anteriormente, os resultados encontrados nesse estudo não coincidem com os demonstrados por LAZZARI & MEYER (1997) onde os autores encontraram um aumento na FC e no VO_2 quando os exercícios são realizados na água com um deslocamento na horizontal (corrida).

Na literatura encontramos também resultados contraditórios, pois enquanto JOHNSON et al. (1977) encontraram um aumento do VO_2 e da FC dentro d'água, CASSADY & NIELSEN (1992), relatam um aumento do VO_2 e uma diminuição da FC, enquanto os dados do presente estudo demonstram uma diminuição do VO_2 , da FC bem como da concentração de lactato sanguíneo.

A variável lactato (TABELA 12) apresentou um comportamento diferente das variáveis VO_2 e FC, pois não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre o LacO ($1,97 \pm 0,57$) e o LacU ($2,22 \pm 0,48$). Entretanto os exercícios realizados dentro d'água apresentaram uma diferença estatisticamente significativa em relação aos exercícios realizados fora d'água ($3,77 \pm 1,50$), comportamento este semelhante ao apresentado pelas variáveis biomecânicas (Fz e Imp).

Os valores de lactato encontrados nas profundidades de cicatriz umbilical e ombro mostraram uma redução de 41,12% e 47,75%, respectivamente, em relação aos valores encontrados fora d'água. TOWN & BRADLEY (1991) encontraram uma redução de apenas 19% nas concentrações de lactato no meio líquido, provavelmente porque os indivíduos de sua amostra realizaram exercícios com deslocamento horizontal.

As duas variáveis biomecânicas estudadas (TABELA 12) apresentaram um comportamento semelhante, não tendo sido encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os tratamentos realizados nas diferentes profundidades de água, mas demonstrando uma diferença estatisticamente significativa entre o tratamento realizado fora d'água quando comparado com os tratamentos realizados dentro d'água.

Os resultados de FzO e FzU foram, respectivamente 4,1 e 3,37 vezes menores do que os resultados de FzF (FIG. 16), demonstrando claramente que os exercícios dentro d'água, quando executados com o objetivo de proteção e preservação das articulações, podem e devem ser prescritos.

Os resultados de ImpO e ImpU foram, respectivamente 4,55 e 3,39 vezes menores do que os resultados de ImpF (TABELA 12).

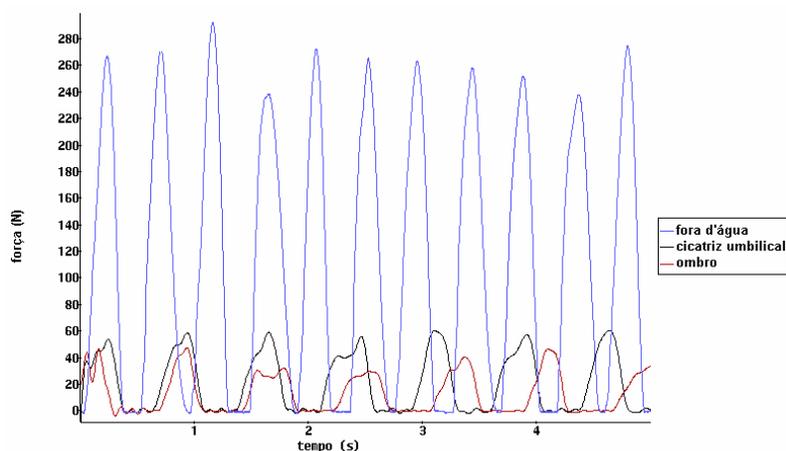


FIG. 16 – Gráfico representativo da Fz nos diferentes tratamentos

Com o objetivo de reduzir o número de variáveis em dimensões para melhor explicar a variabilidade do fenômeno analisado, utilizou-se a análise fatorial de componentes principais (TABELA 13, TABELA 15 e TABELA 17) nos diferentes tratamentos propostos. Os componentes principais são formados através das relações entre as variáveis, e a rotação “varimax” tem como objetivo concentrar no primeiro fator as variáveis que tem relação entre si e que explicam a maior parte da variância. O valor de corte para a extração do componente em cada fator foi de 0,50.

TABELA 13 – Explicação total da variância dos exercícios realizados fora d'água.

Fator	Valores Próprios			Extração da soma dos quadrados			Rotação da soma dos quadrados		
	Total	% da variância	% acumulado	Total	% da variância	% acumulado	Total	% da variância	% acumulado
1	3,044	50,727	50,727	3,044	50,727	50,727	2,623	43,712	43,712
2	1,934	32,230	82,956	1,934	32,230	82,956	2,355	39,245	82,956
3	,420	6,992	89,948						
4	,350	5,828	95,776						
5	,191	3,176	98,952						
6	6,285E-02	1,048	100,000						

Método de Extração: Análises dos componentes principais.

^a condição experimental = exerc. fora d' água

Através da análise fatorial dos componentes principais nos exercícios realizados fora d'água (TABELA 13), observou-se que 82,96% da variância total é explicada pelos dois fatores (fisiológicos e biomecânicos) em conjunto: que o primeiro fator explica 43,71% da variância total e o segundo fator explica 39,25%.

O LacF, a FCF e o VO₂F tem uma relação alta entre si, o que permitiu agrupá-los em um único fator (fator 1): este fator foi denominado de variáveis fisiológicas (TABELA 14). A FzF e o ImpF também demonstraram uma relação alta entre si, o que permitiu agrupá-los no fator 2, tendo sido denominado de variáveis biomecânicas. Nos exercícios realizados fora d'água as variáveis fisiológicas tem um maior poder explicativo do fenômeno analisado.

TABELA 14 – Matriz de rotação dos fatores, para as variáveis fisiológicas e biomecânicas dos exercícios realizados fora d'água.

	Fatores	
	1	2
VO ₂ F	,897	
FC	,886	
LacF	,841	
FzF		,934
ImpF		,835

Método de Extração; Análise dos Componentes Principais.

Método de Rotação: Varimax com Normalização Kaiser

^a A rotação converge em 3 iterações

^b condição experimental = exerc. fora d' água

Através da análise fatorial dos componentes principais nos exercícios realizados na profundidade de cicatriz umbilical (TABELA 15), observou-se que 57,54% da variância total é explicada pelos dois fatores (biomecânicos e fisiológicos) em conjunto: o primeiro fator explica 36,48% da variância total e o segundo fator explica somente 21,06%.

TABELA 15 – Explicação total da variância nos exercícios realizados na profundidade de cicatriz umbilical.

Fator	Valores Próprios			Extração da soma dos quadrados			Rotação da soma dos quadrados		
	Total	% da Variância	% Acumulado	Total	% da Variância	% acumulado	Total	% da Variância	% acumulado
1	2,196	36,597	36,597	2,196	36,597	36,597	2,189	36,481	36,481
2	1,257	20,944	57,541	1,257	20,944	57,541	1,264	21,060	57,541
3	,965	16,076	73,617						
4	,778	12,972	86,590						
5	,736	12,273	98,863						
6	6,824E-02	1,137	100,000						

Método de Extração: Análises dos componentes principais.

^a condição experimental = ex. imerso na profundidade de cicatriz umbilical.

Na profundidade de cicatriz umbilical, o FzU e o ImpU tem uma relação alta entre si, tendo sido agrupados em um único fator (fator 1), denominado de variáveis biomecânicas (TABELA 16). A FCU e o VO₂U também demonstraram uma relação alta entre si, sendo agrupados no fator 2, denominado de variáveis

fisiológicas. Observou-se entretanto, que a variável LacU não demonstrou uma relação alta com as demais variáveis fisiológicas nesta profundidade de água.

TABELA 16 – Matriz de rotação dos fatores, para as variáveis fisiológicas e biomecânicas dos exercícios realizados na profundidade de cicatriz umbilical.

	Fatores	
	1	2
FzU	,940	
ImpU	,596	
LacU		
FCU		,759
VO ₂ U		,706

Método de Extração; Análise dos Componentes Principais.

Método de Rotação: Varimax com Normalização Kaiser

^a A rotação converge em 3 iterações

^b condição experimental = exerc. na profundidade de cicatriz umbilical

Nos exercícios realizados na profundidade de cicatriz umbilical as variáveis biomecânicas tem um maior poder explicativo do fenômeno analisado.

Através da análise fatorial dos componentes principais nos exercícios realizados na profundidade de ombro (TABELA 17), observou-se que 67,61% da variância total é explicada pelos dois fatores (biomecânicos e fisiológicos) em conjunto. O primeiro fator explica 34,70% da variância total e o segundo fator explica 32,90%.

TABELA 17 – Explicação total da variância nos exercícios realizados na profundidade de ombro.

Fator	Valores próprios			Extração da soma dos quadrados			Rotação da soma dos quadrados		
	Total	% da Variância	% Acumulado	Total	% da Variância	% Acumulado	Total	% da Variância	% Acumulado
1	2,082	34,707	34,707	2,082	34,707	34,707	2,082	34,702	34,702
2	1,974	32,898	67,605	1,974	32,898	67,605	1,974	32,903	67,605
3	,973	16,221	83,826						
4	,615	10,246	94,072						
5	,275	4,576	98,647						
6	8,117E-02	1,353	100,000						

Método de Extração: Análises dos componentes principais.

^a condição experimental = ex. imerso na profundidade de ombro.

No caso da profundidade de ombro, a FzO e o ImpO não demonstraram uma relação alta entre si, tendo sido agrupados em um único fator (fator 1), o qual denominamos de variável biomecânica (TABELA 18). Observou-se entretanto que a variável ImpO demonstrou uma alta relação com as variáveis fisiológicas.

TABELA 18 – Matriz de rotação dos fatores, para as variáveis fisiológicas e biomecânicas dos exercícios realizados na profundidade de ombro.

	Fatores	
	1	2
FzO	,945	
VO ₂ O		,750
LacO		,727
FCO		,721
ImpO		,596

Método de Extração; Análise dos Componentes Principais.

Método de Rotação: Varimax com Normalização Kaiser

^a A rotação converge em 3 iterações

^b condição experimental = exerc. na profundidade de ombro

O VO₂O, o LacO e a FCO também demonstraram uma relação alta entre si, o que permitiu agrupá-los no fator 2, denominado de variáveis fisiológicas.

Para verificarmos o grau de relacionamento entre as variáveis utilizamos a correlação linear do Produto Momento de Pearson. A correlação deve responder a 3 perguntas: a) a magnitude e o grau de associação entre as variáveis (r), b) o sentido da correlação e c) se a correlação é significativa ou não.

Nas TABELA 19, 20 e 21, apresenta-se os coeficientes de correlação e o nível de significância da mesma para as variáveis fisiológicas e biomecânicas analisadas nos tratamentos fora d'água, na profundidade de cicatriz umbilical e ombro, respectivamente.

TABELA 19 – Coeficientes de correlação e nível de significância para as variáveis FCF, LacF, VO₂F, ImpF e FzF

		FCF	ImpF	FzF	LacF	VO ₂ F
FCF	Correlação de Pearson	1,000	-,180	,172	,670**	,721**
	Sig. (2-tailed)		,412	,432	,000	,000
ImpF	Correlação de Pearson	-,180	1,000	,616**	-,082	-,210
	Sig. (2-tailed)	,412		,002	,709	,336
FzF	Correlação de Pearson	,172	,616**	1,000	,350	,316
	Sig. (2-tailed)	,432	,002		,101	,142
LacF	Correlação de Pearson	,670**	-,082	,350	1,000	,641**
	Sig. (2-tailed)	,000	,709	,101		,001
VO ₂ F	Correlação de Pearson	,721**	-,210	,316	,641**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,336	,142	,001	

** Correlação é significativa p<0.01 (2-tailed).

* Correlação é significativa p<0.05 (2-tailed).

^a condição experimental = exerc. fora d' água

Nos exercícios realizados fora d'água, observaram-se as seguintes correlações estatisticamente significativas: entre a FCF e o LacF; entre a FCF e

o VO_2F ; entre o $ImpF$ e a FzF ; e entre o $LacF$ e o VO_2F , demonstrando que existe um alto grau de relacionamento entre as três variáveis fisiológicas e também entre as 2 variáveis biomecânicas

Nos exercícios realizados na profundidade de cicatriz umbilical (TABELA 20), observou-se que as correlações são diferentes das ocorridas fora d'água: ocorreram somente as correlações estatisticamente significativas entre o $ImpU$ e a FzU , demonstrando que neste tratamento não existe um grau de relacionamento significativo entre as variáveis fisiológicas, e somente um relacionamento significativo entre as variáveis biomecânicas.

TABELA 20 - Coeficientes de correlação e nível de significância para as variáveis FCU, LacU, VO_2U , $ImpU$ e FzU

		FCU	$ImpU$	FzU	LacU	VO_2U
FCU	Correlação de Pearson	1,000	,059	,037	,116	,190
	Sig. (2-tailed)		,791	,867	,609	,386
$ImpU$	Correlação de Pearson	,059	1,000	,417*	-,107	,000
	Sig. (2-tailed)	,791		,048	,637	1,000
FzU	Correlação de Pearson	,037	,417	1,000	-,192	-,127
	Sig. (2-tailed)	,867	,048		,391	,565
LacU	Correlação de Pearson	,116	-,107	-,192	1,000	,017
	Sig. (2-tailed)	,609	,637	,391		,942
VO_2U	Correlação de Pearson	,190	,000	-,127	,017	1,000
	Sig. (2-tailed)	,386	1,000	,565	,942	

* Correlação é significativa $p < 0.05$ (2-tailed).

^a condição experimental = ex. imerso no umb

Nos exercícios realizados na profundidade de ombro (TABELA 21), observou-se que as correlações são diferentes das ocorridas fora d'água e na profundidade de cicatriz umbilical: ocorreram somente as correlações estatisticamente significativas entre VO_2O e $LacO$, demonstrando que nesta profundidade não existe um grau de relacionamento significativo entre as variáveis fisiológicas, com exceção de VO_2O e $LacO$, e que não existe relacionamento entre as variáveis biomecânicas.

Ao observarmos os resultados das correlações bi-variadas identificamos a necessidade de elaboração de um modelo de análise de regressão para verificarmos o comportamento de algumas variáveis (facilmente observadas e coletadas no dia-a-dia dos profissionais de hidroginástica), e que pudesse explicar o comportamento de uma determinada variável (influenciadora) sobre outras variáveis (influenciadas).

TABELA 21 - Coeficientes de correlação e nível de significância para as variáveis FCO, LacO, VO₂O, ImpO e FzO

		FCO	ImpO	FzO	LacO	VO ₂ O
FCO	Correlação de Pearson	1,000	,360	,127	,273	,365
	Sig. (2-tailed)		,091	,565	,208	,087
ImpO	Correlação de Pearson	,360	1,000	,154	,304	,128
	Sig. (2-tailed)	,091		,484	,158	,560
FzO	Correlação de Pearson	,127	,154	1,000	-,358	,115
	Sig. (2-tailed)	,565	,484		,093	,601
LacO	Correlação de Pearson	,273	,304	-,358	1,000	,499*
	Sig. (2-tailed)	,208	,158	,093		,015
VO ₂ O	Correlação de Pearson	,365	,128	,115	,499**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,087	,560	,601	,015	

* Correlação é significativa $p < 0.05$ (2-tailed).

** Correlação é significativa $p < 0.01$ (2-tailed).

^a condição experimental = ex. imerso no omb

Para analisarmos o grau de dependência entre as variáveis utilizamos a análise de regressão linear, adotando como método de retirada das variáveis influenciadoras, o “stepwise”. A regressão nos indica 3 respostas: a) qual a magnitude de influência da variável influenciadora sobre a variável influenciada, b) qual o sinal da influência, se positiva ou negativa e c) se a regressão é significativa ou não.

A análise dos modelos propostos pelo “stepwise”, da magnitude de influência da variável influenciadora sobre a variável influenciada, consideradas somente aquelas variáveis facilmente coletadas no dia-a-dia dos professores de hidroginástica, não levou a nenhum modelo matemático que satisfizesse as condições propostas.

TABELA 22 – Análise de variância da regressão linear para cálculo do VO₂F a partir da FCF

Modelo		Soma dos quadrados	Df	Quadrado Médio	F	Sig.	r	r ²	r ² ajustado	SE
1	Regressão	315,537	1	315,537	22,704	,000	,721	,519	,497	3,7279
	Residual	291,849	21	13,898						
	Total	607,386	22							

^a Preditora: (Constante), FCF

^b Variável Dependente: VO₂F

^c condição experimental = exerc. fora d' água

Encontramos entretanto dois modelos matemáticos, através da análise de regressão que demonstraram existir uma relação estatisticamente significativa entre a FCF e VO₂F (TABELA 22) e entre a FCF e LacF (TABELA 24) que podem ser utilizadas por professores que ministram aulas em terra.

A TABELA 23 apresenta os coeficientes das equações de regressão linear simples ($Y = B_0 + B_1 \cdot X_1$), para o cálculo do VO_2F a partir da FCF.

TABELA 23 – Coeficientes da equação de regressão simples para cálculo do VO_2F a partir da FCF (X_1)

Modelo	Parâmetros estimados		Coeficientes Padronizados	T	Sig.
	B	Erro Padrão	Beta		
1 (Constante)	-2,983	5,028		-,595	,559
FCF	,164	,034	,721	4,765	,000

^a Variável dependente: VO_2F

^b condição experimental = exerc. fora d' água

Tome-se como exemplo um indivíduo com uma FCF de 144 bpm, para o qual se deseja calcular o VO_2F , tem-se que:

$$Y_{(VO_2F)} = B_0 + B_1 \cdot X_{(FCF)}$$

$$Y_{(VO_2F)} = (-2,983) + (0,164 \cdot 144)$$

$$Y_{(VO_2F)} = (-2,983) + 23,616$$

$$Y_{(VO_2F)} = 20,633$$

Ou seja, com uma FCF de 144 bpm o indivíduo terá um consumo de oxigênio de $20,63 \text{ ml.kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

TABELA 24 - Análise de variância da regressão linear para cálculo do LacF a partir da FCF

Modelo		Soma dos Quadrados	Df	Quadrado médio	F	Sig.	r	r ²	r ² ajustado	SE
1	Regressão	22,324	1	22,324	17,116	,000	,670	,449	,423	1,1440
	Residual	27,389	21	1,304						
	Total	49,712	22							

^a Preditora: (Constante), FCF

^b Variável Dependente: LacF

^c condição experimental = exerc. fora d' água

A TABELA 25 apresenta os coeficientes das equações de regressão linear simples ($Y = B_0 + B_1 \cdot X_1$), para o cálculo do LacF a partir da FCF.

Tome-se como exemplo um indivíduo com uma FCF de 120 bpm, para o qual se deseja calcular o LacF, tem-se que:

$$Y_{(LacF)} = B_0 + B_1 \cdot X_{(FCF)}$$

$$Y_{(LacF)} = (-2,531) + (0,04364 \cdot 120)$$

$$Y_{(LacF)} = (-2,531) + 5,237$$

$$Y_{(LacF)} = 2,71$$

Ou seja, com uma FCF de 120 bpm o indivíduo terá uma concentração de lactato de 2,71 mmol/ml.

TABELA 25 - Coeficientes da equação de regressão simples para cálculo do LacF a partir da FCF (X_1)

Modelo		Parâmetros Estimados		Coeficientes Padronizados	T	Sig.
		B	Error Padrão	Beta		
1	(Constante)	-2,531	1,540		-1,643	,115
	FC	4,364E-02	,011	,670	4,137	,000

^a Variável Dependente: LacF

^b condição experimental = exerc. fora d' água

5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES

5.1. Conclusão

a) quanto as alterações fisiológicas e biomecânicas em diferentes exercícios de hidroginástica:

- ◆ não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as variáveis fisiológicas e biomecânicas na realização dos exercícios propostos, mesmo que em cadências de execução diferentes;

b) quanto aos efeitos dos exercícios realizados nas profundidades de água de ombro e de cicatriz umbilical e fora d'água sobre as variáveis fisiológicas:

- ◆ o comportamento da frequência cardíaca e do consumo de oxigênio na realização de exercícios na profundidade de ombro, demonstrou diferenças estatisticamente significantes entre os exercícios executados na profundidade de cicatriz umbilical e também em relação aos exercícios executados fora d'água. Entretanto não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nas variáveis de frequência cardíaca e consumo de oxigênio entre exercícios realizados fora d'água e exercícios realizados na profundidade de cicatriz umbilical;
- ◆ o comportamento das concentrações de lactato sanguíneo demonstrou diferenças estatisticamente significantes entre os exercícios executados dentro e fora d'água, não demonstrando diferenças estatisticamente significantes nas concentrações de lactato entre as diferentes profundidades de água;

c) quanto aos efeitos dos exercícios realizados nas profundidades de água de ombro e de cicatriz umbilical e fora d'água sobre as variáveis biomecânicas:

- ◆ As variáveis de força de reação vertical e impulso apresentaram um comportamento semelhante, não tendo sido encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os tratamentos realizados nas diferentes profundidades de água, mas demonstrando uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos realizados fora d'água quando comparados com os tratamentos realizados dentro d'água;

O presente estudo vem demonstrar que os indivíduos, quando são submetidos à imersão no meio líquido, apresentam alterações fisiológicas e biomecânicas significantes, tanto em relação aos exercícios executados dentro e fora d'água, como em diferentes profundidades de água.

Os resultados encontrados a partir da análise fatorial dos componentes principais, demonstram que nos exercícios realizados fora d'água as variáveis fisiológicas tem um maior poder explicativo do fenômeno analisado, enquanto que nas profundidades de cicatriz umbilical e ombro são as variáveis biomecânicas que tem um maior poder explicativo dos fenômenos analisados.

Os resultados permitem também afirmar que quanto mais imerso estiver o indivíduo maior será a redução de sua frequência cardíaca; como consequência o indivíduo conseguirá realizar os exercícios em um menor percentual da frequência cardíaca máxima, o que provavelmente será benéfico para determinados tipos de problemas cardíacos.

Os altos índices de consumo de oxigênio, frequência cardíaca e concentrações de lactato sangüíneo encontrados fora d'água, demonstram uma tendência de uma maior atividade da rota metabólica anaeróbica, enquanto que, quando os exercícios são realizados na profundidade de ombro, mesmo tendo a mesma cadência de execução, demonstram um maior percentual de utilização das rotas aeróbicas.

Os resultados das variáveis biomecânicas encontrados neste estudo, nos permitem afirmar que, quando prescrevermos exercícios com objetivos de

proteger e preservar as articulações, os mesmos podem e devem ser realizados dentro do meio líquido, pois os exercícios realizados neste meio são classificados de baixo impacto, enquanto que os mesmos exercícios realizados fora d'água são considerados de alto impacto.

5.2. Sugestões

Em função dos resultados encontrados, dos conhecimentos adquiridos, bem como das limitações do estudo, sugere-se futuras linhas de pesquisas;

- ◆ desenvolver estudos semelhantes em amostras com outras faixas etárias;
- ◆ desenvolver estudos semelhantes com outras cadências de exercícios; e
- ◆ desenvolver estudos semelhantes em outras profundidades de água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOARRAGE Jr., A. M. (1997). **Hidroesporte - Treinamento Complementar**. Londrina. Ed. Midiograf.
- AGOSTINI, E. & RAHN, H. (1960). Abdominal and thoracic pressures at different lung volumes. **J. Appl. Physiol.** 15:1087-1092.
- AGOSTINI E., GURTINWE G., TORRI G. & RAHN H. (1966) Respiratory mechanics during submersion and negative-pressure breathing. **J. Appl. Physiol.** 21:251-258.
- ALFIERI, R. G. & DUARTE, G. M. (1993). **Marcondes. Exercício e o Coração**. Ed. Cultura Médica. RJ. 2ª ed.
- ALVES, M. S. (1994). **Motivos da prática da hidroginástica e seus efeitos sobre o bem-estar na percepção dos praticantes**. Monografia (Pós-Graduação em Educação Física). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- AMADIO, A. C. (1989). **Fundamentos da Biomecânica do Esporte, Considerações sobre Análise Cinética e Aspectos Neuro-Musculares do Movimento**. Tese de Livre Docência. São Paulo. USP.
- AMADIO, A. C. (1993). A ciência do esporte: aspectos da biomecânica. **Revista Espaço.** 1(2):5-9.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. (1994). **Prova de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro, RJ, Ed. Revinter.
- ANDERSEN, H. T. (1966). Physiological adaptations in diving vertebrates. **Physiol. Ver.** 46:212-243.
- ANGELONE, A. & COULTER, N. A. (1965). Heart rate response to held lung volume. **J. Appl Physiol.** 20:464-468.
- ARAÚJO, W. B. (1986). **Ergometria, cardiologia desportiva**. Rio de Janeiro, RJ, Medsi.
- ARBORELIUS, M., BALDLIN, U. I., LILJA, B. & LUNDGREN, C. E. G. (1972a). Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water. **Aerospace Med.** 43:590-598.

- ARBORELIUS, M., BALLDIN, U. I., LILJA, B. & LUNDGREN, C. E. G. (1972b). Regional lung function in man during immersion with the head above water. **Aerospace Med.** 43:701-707.
- ASMUSSEN, E. & KRISTIANSSON, N. G. (1965). The "diving bradycardia" in exercising man. **Acta Physiol. Scand.** 73:527-535.
- ASTRAND, P. O. & RODAHL, K. (1987). **Tratado de Fisiologia do Exercício.** Ed. Guanabara. 2º ed. RJ.
- AVELLINI, B. A., SHAPIRO, Y., FORTNEY, S. M. WENGER, C. B. & PANDOLF, K.B. (1982). Effects of heat tolerance of physical training in water and on land. **J. Appl. Physiol.** 53(5):1291-1298.
- AVELLINI, B. A., SHAPIRO, Y. & PANDOLF, K. B. (1983). Cardio-respiratory physical training in water and on land. **Eur J Applied Physiol.** 50: 255-263.
- BATES, B. T., JAMES, S. L., OSTERNIG, L. R. & SAWHILL, J. R. (1981). Effect of running shoes on ground reaction force. IN.: Morecki, A & Fidelusk. (EDS), **Biomechanics VIII-B.** Baltimore; University Park Press.
- BEASLEY, R. L. (1989). Aquatic Exercise. **Sporte Medicine Digest.** January. Pp.:1-3.
- BECKER, B. E. (1995). Home exercises and outpatient hydrotherapy. **British journal of rheumatology.** 34(10):991-992.
- BECKMAN, E. L. & REEVES, E. (1966). Physiological implications as to survival during immersion in water at 75º F. **Aerospace Med.** 37:1136-1142.
- BEGIN, R., EPSTEIN, M., SACKNER, M. A., LEVINSON, R., DOUGHERTY, R. & DUNCAN, D.(1976). Effects of water immersion to the neck on pulmonary circulation and tissue volume in man. **J. Appl. Physiol.** 40:293-299.
- BERGH, U. & EKBLUM, B. (1979). Physical performance and peak aerobic power at different body temperatures. **J. Appl. Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol.** 46:885-889.
- BLOMQUIST, C. G., NIXON, J. V., JOHNSON & MITCHELL, J. H. (1980). Early cardiovascular adaptation to zero gravity, simulated by head-down tilt. **Acta Astronautica.** 7:543-553.

- BLOMQUIST, C. G. (1983). Cardiovascular adaptation to weightlessness. **Med. Sci. Sports.** 15:428-431.
- BLOMQUIST, C. G. & STONE, H. L. (1983). Cardiovascular adjustments gravitational stress. In: Handbook of **Physiology. The Cardiovascular System. Peripheral Circulation and Organ Blood Flow.** Gethesda, Md: Am. Physiol. Soc. Vol. III, part 2 chapt. 28, p.1025-1063.
- BONACHELA, V. (1994). **Manual Básico de Hidroginástica.** Rio de Janeiro, RJ, Sprint.
- BRICK, I. (1966). Circulatory responses to immersing the face in water. **J. Appl. Physiol.** 21:33-36.
- BROOKS, G. A. & FAHEY, T. D. (1984). **Exercise Physiology: Human Bionergetics and Its Applications.** John Wilmy & Sons. NY.
- BRUNIERA, C. A. V. & AMADIO, A. C. (1993). Análise da força de reação do solo para o andar e correr com adultos normais do sexo masculino durante a fase de apoio. **IN.: V Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Pp.:19-24.Santa Maria. UFSM.
- BUCHANAN, P. & MILES, D. (1991). **Aquamotion.** Apostila WorkShop – M2000 – Raia 4. São Paulo
- BULLARD, R. W. & RAPP, G. M. (1970). Problems of body heat loss in water immersion. **Aerospace Med.** 41:1269-1277.
- BUSKIRK, E. R. & KOLLIAS, J. (1969). Total body metabolism in the cold. **N. J. Acad. Sci. Special Symp. Issue.** March, Pp.:17-25.
- BUTTS, N. K., TUCKER, M. & GRENING, C. (1991a). Physiologic responses maximal treadmill and deep water running in men and women. **American Journal os Sports Medicine.** 19:612-614.
- BUTTS, N. K., TUCKER, M. & SMITH, R. (1991b). Maximal responses to treadmill and deep water running in high school female cross country runners. **Research Quarterly for Exercise and Sport.** 62:236-239.
- CAMPBELL, L. B., GOODEN, B. A. & HOROWITZ, J. D. (1969). Cardiovascular responses to partial and total immersion in man. **J. Physiol.** 202:239-250.
- CAMPBELL, L. B., GOOGEN, B. A., LEHMAN, R. G. & PYM, J. (1969). Simultaneous calf and forearm blood flow during immersion in man. **Australian J. Exptl. Biol. Med. Sci.** 47:747-754.

- CASSADY, S. L. & NIELSEN, D. H. (1992). Cardiorespiratory responses of healthy subjects to calisthenics performed on land versus in water. **Physical Therapy**, 72(7):532-538.
- CAVAGNA, G. A. (1975). Force Platforms as ergometers. **J. Appl. Physiol.** 39(1):174-179.
- CAVANAGH, P. R. (1978). A technique for averaging center of pressure paths from a force platform. **Journal of Biomechanics**. 11:487-491.
- CHOUKROUN, M. L. & VARENE, P. (1990). Adjustments in oxygen transport during head-out immersion in water at different temperatures. **J. Appl. Physiol.** 68(4):1475-1480.
- CHRISTIE, J. L., SHELDAHL, L. M., TRISTANI, F. E., WANN, L. S., SAGAR, K. B., LEVANDOSKI, S. G., PTACIN, M. J., SOBOCINSKI, K. A. & MORRIS, R. D. (1990). Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. **J. Appl. Physiol.** 69(2):657-664.
- COHEN, R., BELL, W. H., SALTZMANN, H. A. & KYLSTRA, J. A. (1971). Alveolo-arterial oxygen pressure difference in man immersed up to the neck in water. **J. Appl. Physiol.** 30:720-723.
- CONNELY, T. P., SHELDAHL, L. M., TRISTANI, F. E., LEVANDOSKI, S. G., KALKHOFF, R. K., HOFFMAN, M. D., KALBFLEISH, J. H. (1990). Effect of increased central blood volume with water immersion on plasma catecholamines during exercise. **J. Appl. Physiol.** 69(2):651-656.
- CONVERTINO, V. A. (1983). Effect of orthostatic stress on exercise performance after bed rest: Relation to in hospital rehabilitation. **J. Cardiac Rehabil.** 3:660-663.
- CORRIOL, J. & ROHNER, J. J. (1968). Role de la temperature de l'eau dans la bradycardie d'immersion de la face. **Arch. Sci. Physiol.** 22:265-274.
- CORSINO, E. L., LÓPES, R. S. & PÉRES, M. A. R. (1995). La Evaluación de la Respuesta Fisiológica y Metabólica Mediante Procedimientos Ergométricos: Ambiente Aire vs Ambiente Agua. **Archivos de Medicina Del Deporte**. Vol. XII. 45:29-38.
- COSTILL, D. L., CAHILL, P. J. & EDDY, D. (1967). Metabolic responses to submaximal exercise in three water temperatures. **J. Appl. Physiol.** 22:628-632.

- COSTILL, D. L. (1971). Energy requirements during exercise in the water. **J Sports Med. Phys. Fitness.** 11:87-91.
- CRAIG, A. B. (1963). Heart rate responses to apneic underwater diving and to breath holding in man. **J. Appl. Physiol.** 18:854-862.
- CRAIG, A. B. & DVORAK, M. (1966). Thermal regulation during water immersion. **J. Appl. Physiol.** 21:1577-1585.
- CRAIG, A. B. & DVORAK, M. (1968). Thermal regulation of man exercising during water immersion. **J. Appl. Physiol.** 25(1):28-35.
- CRAIG, A. B. & DVORAK, M. (1969). Comparison of exercise in air and in water of different temperatures. **Med. Sci. Sports** 1:124-130.
- CRAIG, A. B. & MEDD, W. L. (1968). Man' s responses to breathhold exercise in air and in water. **J. Appl. Physiol.** 24:773-777.
- CUNHA, S. A., BREZIKOFER, R. & LIMA FILHO, E. C. (1993). Investigação sobre padrões no movimento da corrida. IN.: **Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Pp.:7-12.
- CUNHA, S. A., BREZIKOFER, R. & LIMA FILHO, E. C. (1995). Metodologia para análise biomecânica dos fundamentos do futebol. IN.: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Brasília. Pp.:27-33.
- DAVIES, E., EKBLUM, B., BERGH, U. & KANSTRUP-JENSEN, I. L. (1975). The effects of hypothermia on submaximal and maximal work performance. **Acta Physiol. Scand.** 95:201-202.
- DENADAI, B. S., ROSAS, R. & DENANAI, M. L. D. R. (1997). Limiar aeróbio e anaeróbio na corrida aquática: comparação com os valores obtidos na corrida em pista. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.** 2(1):23-28.
- DENISON, D., EDWARDS, R. H. T., JONES, G. & POPE, H. (1969). Direct and rebreathing estimates of the O₂ and CO₂ pressures in mixed venous blood. **Respiration Physiol.** 7:326-334.
- DENISON, D. M., WAGNER, P. D., KINGABY, G. L. & WEST, J. B. (1972). Cardiorespiratory responses to exercise in air and underwater. **J. Appl. Physiol.** 33(4):426-430.
- DE WIT, B, DE CLERCQ, D & LENOIR, M. (1995). The Effect of Varying Midsole Hardness o Impact Forces and Foot Motion During Foot Contact in Running. **J. Appl. Biomechanics.** 11:395-406.

- DONSKOI, D. & ZATSIORSKI, V. (1988). **Biomecánica de los Ejercicios Físicos**. Ed. Pueblo y Educación, Havana-Cuba.
- DRESSENDORFER, R. H., MORLOCK, J. F., BAKER, D. G. & HONG, S. K. (1976). Effects of a head-out water immersion on cardio-respiratory responses to maximal cycling exercise. **Undersea Biomed Res.** 3:177-187.
- DUARTE, M., LOBO DA COSTA, WIECZOREK, S. A., SERRÃO, P. H., J. C. & AMADIO, A. C. (1995). Avaliação da força de reação do solo no movimento de "step". IN.: **VI Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Brasília. Pp.:109-114.
- ECHT, M., LANGE, L & GAUER, O. H. (1974). Changes of peripheral venous tone and central transmural venous pressure during immersion in a thermo- neutral bath. **Pfügers Arch.** 352:211-217.
- ELSNER, R. W., GAREY, W. F.. & SCHOLANDER, P. F. (1963). Seletive ischemia in diving man. **Am. Heart J.** 65:571-572.
- EPSTEIN, M. (1976). Cardiovascular and renal effects of heat-out water immersion in man. **Circulation Research.** 39(5):619-628.
- EPSTEIN, M., LEVINSON, R. & LOUTZENHISER, R. (1976). Effects of water immersion on renal hemodynamics in normal man. **J. Appl. Physiol.** 41:230-233.
- EPSTEIN, M. (1978). Renal Effects of Head-Out Water Immersion in Man: Implications for Understanding of Volume Homeostasis. **Physiological Reviews.** 58(3):529-581.
- EVANS B. W., CURETON K. J. & PURVIS J. W. (1978). Metabolic and circulatory responses to walking and jogging in water. **Research Quarterly.** 49:442-449.
- EYESTONE, E. D., FELLINGHAM, G., GEORGE, J. & FISHER, A. G. (1993). Effect of water running and cycling on maximum oxygen consumption and 2-mile run performance. **Am. J. Sports Med.** 21:41-44.
- FALLS, H.B. (1968). **Exercise Physiology**. Academic Press. New York, San Francisco, London.
- FARHI, L. E. & LINNARSSON, D. (1977).Cardiopulmonary readjustments during grade immersion in water at 35° C. **Respir. Physiol.** 30:35-50.

- FARRELL, P. A., WILMORE, J. A., COYLE, E. F., BILLING, J. E. & COSTILL, D. L. (1979). Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Med. Sci. Sports Exerc.** 11:338-344.
- FINLEY, J. P., BONET, J. F. & WAXNAN, M. B. (1979). Autonomic pathways responsible for bradycardia on facial immersion. **J. Appl. Physiol.** 47(6):1218-1222.
- FOLINSBEE, L. (1974) Cardiovascular response to apneic immersion in cool and warm water. **J. Appl. Physiol.** 36:226-232.
- FRANCIS, P. R., LEIGH, M. & BERZINS, A. (1988). Shock absorbing characteristics of floors used for dance exercise. **International Journal of Sport Biomechanics.** 4:282-305.
- FREITAS, R. H. & COSTA, R. V. C. (1992). **Ergometria e Reabilitação em cardiologia.** Rio de Janeiro, RJ, Médica e Científica Ltda.
- GAUER, O. H. & HENRY, J. P. (1976). Neurohormonal control of plasma volume. **Intern. Rev. Physiol.** 9:145-190.
- GEHLEN, G. M., GRIBSBY, S. A. & WINANT, D. M. (1984). The effects of an aquatic fitness program on the muscular strength and endurance of patients with multiple sclerosis. **Physical Therapy,** 64(5):653-657.
- GLEIM, G. W. & NICHOLAS, J. A. (1989). Metabolic costs and heart rate responses to treadmill walking in water at different depths and temperatures. **The American Journal of Sports Medicine.** 17(2):248-252.
- GOODEN, B. A., LEHMAN, R. G. & PYM, J. (1970). Role of the face in the cardiovascular responses to total immersion. **Australian J. Exptl. Biol. Med. Sci.** 48:687-690.
- GREEN, J. H., CABLE, N. T. & ELMS, N. (1990). Heart rate and oxygen consumption during walking on land and in deep water. **J. of Sports Med. and Physical Fitness.** March. Pp.:49-52.
- GREENLEAF, J. E., MORESE, J. T., BAINES, P. R., SILVER, J. & KEIL, L. C. (1983). Hypervolemia and plasma vasopressin response during water immersion in man. **J. Appl. Physiol.** 55:1688-1693.
- GREENLEAF, J. E., DUNN, E. R., NESVIG, C., KEIL, L. C., HARRISON, M. H., GEELLEN, G. & KRAVIL, S. E. (1988). Effect of longitudinal physical

- training and water immersion on orthostatic tolerance in men. **Avit. Space Environ Med.** 59:152-159.
- GERGLEY, T. J., McARDLE, W. D., DeJESUS, P., TONER, M. M. JACOBOWITZ, S. & SPINA, R. J. (1984). Specificity of arm training on aerobic power during swimming and running. **Med. Sci. Sports Exerc.** 16:349-354.
- GRIMES, D. C. & KRASEVEC, J. A. (s.d.). **Hidroginástica.** Hemus Editora Ltda. SP.
- GROSS, P. M., WHIPP, B. J., DAVIDSON, J. T., KOYAL, S. N. & WASSERMAN, K. (1976). Role of the carotid bodies in the heart rate response to breath-holding in man. **J. Appl. Physiol.** 41:336-340.
- GUYTON, A.C. (1988). **Fisiologia Humana.** 6^a ed, Rio de Janeiro, RJ, Guanabara.
- HALL, M. G., FLEMMING, H. E., DOLAN, M. J., MILLBANK, S. F. D. & PAUL, J. P. (1996). Static in situ Calibration of Force Plates. **J. Biomechanics.** 29(5):659-665.
- HAMER, P. W. & MORTON, A. R. (1990). Water-Running: Training Effects and Specificity of Aerobic-Anaerobic and Muscular Parameters Following an Eight-Week Interval Training Programme. **Australian J. of Science and Med. in Sport.** 22(1):13-22.
- HARDING, P. E., ROMAN, D. & WHELAN, R. F. (1965). Diving bradycardia in man. **J. Physiol.** 181:401-409.
- HAY, J. G. (1981). **Biomecânica das técnicas desportivas.** Ed. Interamericana. 2^o ed. RJ.
- HEIGENHAUSER, G. F., BOULET, D., MILLER, B. & FAULKNER, J. A. (1977). Cardiac outputs of post-myocardial infarction patients during swimming and cycling. **Med. Sci. in Sports Exercise.** 9(3):143-147.
- HÖLMER, L., LUNDIN, A. & ERIKSSON, B. O. (1974a). Maximum oxygen uptake during swimming and running by elite swimmers. **J. Appl. Physiol.** 36:711-714.
- HÖLMER, L., STEIN, E. M., SALTIN, B. & ASTRAND, P. O. (1974b). Hemodynamic and respiratory responses compared in swimming and running. **J. Appl. Physiol.** 37:49-54.

- HÖLMER, L. & BERGH, V. (1974). Metabolic and thermal response to swimming in water at varying temperatures. **J. Appl. Physiol.** 37:702-705.
- HOOD, W. B., MURRAY, R. H., URSCHEL, C. W., BOWERS, J. A. & GOLDMAN, J. K. (1968). Circulatory effects of water immersion upon human subjects. **Aerospace Med.** 39:579-584.
- IRVING, L. (1963). Bradycardia in human divers. **J. Appl. Physiol.** 18:489-491.
- JACOBS, N. A., SKORECKI, J. & CHARNLEY, J. (1972). Analysis for the vertical component of force in normal and pathological gait. **Journal Biomechanics.** Vol. 5(11)
- JOHANSEN, K. (1964). Regional distribution of circulating blood during submersion asphyxia in the duck. **Acta Physiol. Scand.** 62:1-9.
- JOHNSON, B. L., STROMME, S. B. & ADAMECZYK, J. W. (1977). Comparison of oxygen uptake and heart rate during exercises on land and in water. **Phys. Ther.** 52:273-278.
- KAWAKAMI, Y., NATELSON, B. H. & DuBORS, A. B. (1967). Cardiovascular effects of face immersion and factors affecting diving reflex in man. **J. Appl. Physiol.** 23:964-970.
- KEATINGE, W. R. & EVANS, M. (1961). The respiratory and cardiovascular response to immersion in cold and warm water. **Quart. J. Exptl Physiol.** 46:83-94.
- KISS, M. A. (1987). **Avaliação em Educação Física.** Ed. Manole. São Paulo.
- KOLLIAS, J., BARLETT, L., BERGSTEINOVA V., SKINNER, J. S., BUSKIRK, E. R. & NICHOLAS, W. C. (1974). Metabolic and thermal responses of women during cooling in water. **J. Appl. Physiol.** 36(5):577-580.
- KOSZUTA, L. E. (1986). Water exercise causes ripples. **The Physician and Sports Medicine.** 49:442-449.
- KOSZUTA, L. E. (1989). From sweats to swimsuits: Is water exercise the wave of the Future? **The Physician and Sports Medicine.** 17:203-206.
- KRUEL, L. F. K. (1994). **Peso Hidrostático e Frequência Cardíaca em Pessoas Submetidas a Diferentes Profundidades de Água.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.
- KRUEL, L. F. M., TAMAGNA, A. & QUINTAS, J. P. R. (1995a). Determinação de forças produzidas por pessoas realizando exercícios aeróbicos. IN.:

- Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Brasília. Pp.:119-124.
- KRUEL, L. F. M., AVILA, A. O. V., DA SILVA, J. H. S. & SAMPEDRO, R. M. F. (1995b). Peso Hidrostático em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água. IN.: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Brasília. Pp.:197-205.
- KRUEL, L. F. M., DIAS, A. B. C., SILVA, R. C., TARTARUGA, L. A. P., PICANÇO, P. S. & RANGEL, A. B. (1997). Determinação da Frequência Cardíaca em pessoas de diferentes idades submetidas a diferentes profundidades de água. IN.: **Anais do Simpósio Internacional de Ciência e Tecnologia no Esporte.** Poa. Multimedia. Ed. Grafica.
- KRUEL, L. F. M., BARCELLOS, R. H., BENDER, R., RESTANO, C. & TAMAGNA, A. (1999). Análise da força de reação vertical em professores de hidroginástica ministrando exercícios fora d'água. IN.: **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Florianópolis. Pp.: 613-617.
- LANGE, L., LANGE, S., ECHT, M. & GAUER, O. H. (1974). Heart volume in relation to body posture and immersion in a thermo-neutral bath. **Pfluegers Arch.** 353:219-226.
- LAZZARI, J. M. A. & MEYER, F. (1997). Frequência cardíaca e percepção de esforço na caminhada aquática e na esteira em mulheres sedentárias e com diferentes percentuais de gordura. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.** 2(3):07-13.
- LEITE, P. F. (1984). **Fisiologia do exercício, ergometria e condicionamento físico.** Livraria Atheneu. RJ.
- LIN, Y. C. (1984). Circulatory findings during immersion and breath-hold dives in human. **Undersea Biomed. Res.** 11:123-138.
- LÖLLGEN, H., VON NIEDING, G., KREKELLER, H., SMIDT, U., KOPPENHAGEN K., & FRANK, H. (1976). Respiratory gas exchange and lung perfusion in man during and after head out water immersion. **Undersea Biomed. Res.** 3:49-56.
- LOPES, E. W., SILVEIRA, L. R., FARIA, O. B., GOBATTO, C. A. & CUNHA, S. A. (1995). Utilização de variáveis cinemáticas correlacionadas a parâmetros metabólicos no futebol. IN.: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Maio, Pp.:20-26.

- MACHADO, D. B., ÁVILA, A. O. V., AMDIO, A. C., MOTA, C. M. & MANFIO, E. F. (1993). Estudo das características cinéticas do caminhar humano em duas situações: descalço e com calçado esportivo. IN.: **Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Pp.:35-45.
- MAGEL, J. R. & FAULKNER, J. A. (1967). Maximum oxygen uptakes of college swimmers. **J. Appl. Physiol.** 22:929-933.
- MAGEL, J. R., McARDLE, W. D. & GLASER, R. M. (1969). Telemetered heart rate response to selected competitive swimming events. **J. Appl. Physiol.** 26:764-770.
- MAGEL, J. R., FOGLIA, G. F., McARDLE, W. D., GUTIN, B. & PECHAR, G. S. (1975). Specificity of swim training on maximum oxygen uptake. **J. Appl. Physiol.** 38:151-155.
- MAGEL, J. R., McARDLE, W. D., WEISS, N. L., STONE, S. & NEWMAN, A. (1982). Heart rate response to apnea and face immersion. **J. Sports Med.** 22:135-146.
- MARINS, J. C. B. & GIANNICHI, R. S. (1998). **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. 2ª Ed. Ed. Shape. Rio de Janeiro.
- MARQUES, M. (1995). **Hidroginástica para instrutores**. São Paulo, Fitness Brasil.
- MATHEWS, D. K. (1980). **Medida e Avaliação em Educação Física**. 5ª ed, Rio de Janeiro, Interamericana.
- MATHEWS, D. K. & FOX, E. L. (1986). **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. Ed. Guanabara Koogan, 2ª Ed. RJ.
- MAZETTI, B. C. (1993). A ginástica dentro d'água. **Rev. Nadar**. nº 62.
- McARDLE, W. D., GLASER, R. M. & MAGEL, J. R. (1971). Metabolic and cardiorespiratory response during free swimming and treadmill walking. **J. Appl. Physiol.** 30:733-738.
- McARDLE, W. D., MAGEL, J. R., LESMES, G. R. & PECHAR, G. S. (1976). Metabolic and cardiovascular adjustment to work in air and water at 18, 25 and 33° C. **J. Appl. Physiol.** 40:85-90.
- McARDLE, W. D., KATCH, F. I. & KATCH, V. L. (1985). **Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano**. Ed. Interamericana. RJ.

- McARDLE, W. D.; KATCH, F. I. & KATCH, V. L. (1992). **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 3ª ed., Rio de Janeiro, RJ, Guanabara Koogan.
- McMURRAY, R. G. & HORVATH, S. M. (1979). Thermoregulation in swimmers and runners. **J. Appl. Physiol.** 46:1086-1092.
- MENDES, R. A. (1991). **Hidroginastica - Uma alternativa**. In.: III Seminário de Medicina Desportiva. RJ.
- MICHAUD, T. H., RODRIGUES-ZAYAS, J., ARMSTRONG, C. & HARTNIG, M. (1993). Ground reaction forces in high and low impact aerobic dance. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.** 33:359-366.
- MICHAUD, T. J., BRENNAN, D. K., WILDER, R. P. & SHERMAN, N. W. (1995). Aquarunning and gains in cardiorespiratory fitness. **J. Strength Conditioning Res.** 9:78-84.
- MOCHIZUKI, L. & AMADIO, A. C. (1993). Análise do comportamento dinâmico da marcha: estudo de caso patológico. In.: **V Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Pp.:13-18. Santa Maria. UFSM.
- MOORE, T. O., BERNAUER, E. M., SETO, G., PARK, Y. S., HONG, S. K. & HAYASHI, E. M. (1970). Effect of immersion at different water temperatures on graded exercise performance in man. **Aerosp. Med.** 41:1404-1408.
- MOORE, T. O., LYN, Y. C., LALLY, D. A. & HONG, S. K. (1973). Effects of temperature, immersion, and ambient pressure on human apneic bradycardia. **J. Appl. Physiol.** 34:795-798.
- MORAES, E. Z. C. (1998). **Metodologia de medida de esforço para exercícios de hidroginástica em diferentes profundidades de água**. Monografia de Especialização. Universidade Federal de Santa Maria.
- MYERS, J. & FROELICHER, V. F. (1993). **Teste de esforço: Procedimentos e Implementação**. In: CRAWFORD, M. D.. Teste de Esforço e Reabilitação Cardíaca. Clínicas cardiológicas. Editora Interlinos, vol. 1, pp. 203-218. RJ.
- NAGASHIMA, K., NOSE, H., YOSHIDA, T., KAWABATA, T., ODA, Y., YORIMOTO, A., UEMURA, O & MORIMOTO, T. (1995). Relationship between atrial natriuretic peptide and plasma volume during graded exercise with water immersion. **J. Appl. Physiol.** 78(1):217-224.

- NORSK, P., BONDE-PETERSEN, F. & WARBERG, J. (1986). Arginine vasopressin, circulation, and kidney during graded water immersion in humans. **J. Appl. Physiol.** 61(2):565-574.
- OLDRIDGE, N. B., HEIGENHAUSER, G. J. F., SUTTON, J. R. & JONES, N. L. (1978). Resting and exercise heart rate with apnea and facial immersion in female swimmers. **J. Appl. Physiol.** 45:875-883.
- OLIVEIRA, J. A., AMADIO, A. C. & MANOEL, E. J. (1995). Estudo cinemático na interpretação coordenativa da habilidade de arremessar. IN.: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Brasília. Pp.:71-77.
- OLSEN, C. R., FANESTIL, D. D. & SCHOLANDER, P. F. (1962). Some effects of breath holding and apneic underwater diving on cardiac rhythm in man. **J. Appl. Physiol.** 17:461-466.
- OZGUVEN, H. N. & BERNE, N. (1988). Na experimental and analytical study of impact force during human jumping. **Journal of Biomechanics.** 21:1061-1066.
- PAULEV, P. E. (1969). Respiratory and cardiovascular effects of breath-holding. **Acta Physiol. Scand.** Suppl. Pp.:324.
- PAULEV, P. E. & HANSEN, H. G. (1972). Cardiac response to apnea and water immersion during exercise in man. **J. Appl. Physiol.** 33(2):193-198.
- PAULO, M. N. (1994). **Ginástica Aquática.** Rio de Janeiro. Ed. Sprint.
- PAYNE, A. H. (1983). Foot to ground contact forces of elite runners. IN.: Matsui, H & Kobayashi, K. **Biomechanics VIII-B.** Champaign, Illinois. Human Kinetics. Pp.:746-747.
- PINHEIRO, J. P. & LEÃO, M. L. (1989). Hidrocinesioterapia. **Rev. Portuguesa de Med. Desportiva.** 7:145-150.
- PINI, M. C. (1983). **Fisiologia Esportiva.** 2ª ed., Rio de Janeiro, RJ, Guanabara Koogan.
- PIRNAY, F., DEROANNE, R. & PETIT, J. M. (1977). Influence of water temperature on thermal, circulatory and respiratory responses to muscular work. **Eur. J. Appl. Physiol.** 36:129-136.
- PUGH, L. G. C. E. (1955). The physiology of channel swimmers. **Lancet,** 8:761-768.

- QUINN, T. J., SEDORY, D. R. & FISHER, B. S. (1994). Physiological effects of deep-water running following a land-based training program. **Res. Q. Exerc. Sport.** 65:386-389.
- RENNIE, D. W., CONVINO, B. G., HOWELL, B. J., SONG, S. H., KANG, B. S., & HONG, S. K. (1962). Physical insulation of Korean diving women. **J. Appl. Physiol.** 17:961-966.
- RENNIE, D. W., DiPRANPERO, P. & CERRETELLI, P. (1971): Effects of water immersion on cardiac output, heart rate and stroke volume of men at rest and during exercise. **Med. Sport** (Turin). 24:223-228.
- RESNICK, R. & HALLIDAY, D. (1984). **Física.** 4ª Edição. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A..
- RISCH, W. D., KOUBENEC, H. J., BECKMANN, U., LANGE, S. & GAUER, O. H. (1978a). The effect of graded immersion on heart volume, central venous pressure, pulmonary blood distribution, and heart rate in man. **Pflugers Arch.** 374:115-118.
- RISCH, W. D., KOUBENEC, H. F., GAUER, O. H. & LANGE, S. (1978b). Time course of cardiac distension with rapid immersion in a thermo-neutral bath. **Pflügers Arch.** 374:119-120.
- RITCHIE, S. E. & HOPKINS, W. G. (1991). The intensity of exercise in deep-water running. **Int. J. Sports Med.** 12:27-29.
- ROCHA, J. C. C. (1994). **Hidroginástica - Teoria e Prática.** Rio de Janeiro, RJ, Sprint.
- ROESLER, H. (1997). **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. UFRGS.
- ROWELL, L. B., BRENGELMANN, G. L. & MURRAY, J. A (1969). Cardiovascular responses to sustained high skin temperature in resting man. **J. Appl. Physiol.** 27:673-680.
- SACCO, I. C. N. & AMADIO, A. C. (1995). Proposta metodológica para o estudo de respostas biomecânicas aplicadas na avaliação do andar em indivíduos portadores de diabetes. **In.: Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Brasília. Pp.:78-84.
- SANDINO, A. (1968). **Natacion Desportiva.** 3ª ed. Madrid.

- SANTOS, C. A. (1996). **Natação - Ensino e Aprendizagem**. Rio de Janeiro, RJ, Ed. Sprint.
- SCHOLANDER, P. F., HAMMEL, H. T., LeMESSURIER, H., MEMMINGSEN, E. & GAREY, W. (1962). Circulatory adjustment in pearl divers. **J. Appl. Physiol.** 17:184-190.
- SHELDAHL, L. M., WANN, L. S., CLIFFORD, O. S., TRISTANI, F. E., WOLF, L. G. & KALBELEISH, J. H. (1984). Effect of central hypervolemia on cardiac performance during exercise. **J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exerc. Physiol.** 52:1662-1667.
- SHELDAHL L. M. (1985). Special ergometric techniques and weight reduction. **Med. Sci. Sports Exerc.** 18:25-30.
- SHELDAHL, L. M., TRISTANI, F. E., CLIFFORD, P. S., HUGHES, C. V., SOBOCINSKI, H. A. & MORRIS, R. D. (1987). Effect of head-out waterimmersion on cardiorespiratory response to dynamic exercise. **J. Am. Coll. Cardiol.** 10:1254-1258.
- SILVA, L. A. I., OLIVEIRA, L. F. & D' ANGELO, M. D. (1993). Análise temporal dos padrões de marcha e corrida. IN.: **Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Pp.:25-27.
- SIMON, S. R., PAUL, I. L., MANSOUR, J., MUNRO, M., ABERNETHY, P. J. & RADIN, E. L. (1981). Peak dynamic force in human gait. **Journal of Biomechanics.** 14:817-822.
- SKINNER, A. T. & THOMSON, A. M. (1985). **Duffield: Exercícios na água**. Ed. Manole. 3^o ed. SP.
- SONG, S. H., LEE, W. K., CHUNG, Y. A. & HONG, S. K. (1969). Mechanism of apneic bradycardia in man. **J. Appl. Physiol.** 27:323-327.
- SOVA, R. (1991). **Aquatics: the complete reference guide for aquatic fitness professionals**. Jones and Bartlett Publishers. Boston.
- SOVA, R. (s.d.). **Ejercicios Acuáticos**. Barcelona. 1^a Ed. Ed. Paidotribo.
- STAINSBY, W. N. & BROOKS, G. A. (1990). Control of lactic acid metabolism in contracting muscles and during exercise. **Exerc. Sports Sci. Ver.** 18:29-63.
- STROMME, S. B., KEREM, D. & ELSNER, R. (1970). Diving bradycardia during rest and exercise and its relation to physical fitness. **J. Appl. Physiol.** 28:614-621.

- SVEDENHAG, J. & SEGEN, J. (1992). Running on land and in water: comparative exercise physiology. **Med. Sci. Sports Exerc.** 24(10):1155-1160.
- TEMPLETON, M. S.; BOOTH, D. L. & OKELLY, W. D. (1996). Effects of Aquatic Therapy on Joint Flexibility and Functional Ability in Subjects with Rheumatic Disease. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.** 23(6):376-381.
- TOWN, G. P. & BRADLEY, S. S. (1991). Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** 23(2):238-241.
- TUBINO, G. (1984). **Metodologia científica do treinamento desportivo.** 10^o ed., São Paulo, SP, Ibrasa.
- VALIANT, G. A. & CAVANAGH, P. R. (1985). A study of landing from jump: Implications for the design of a basketball shoe. In.: Winter, D. A. & Norman, R. W. (Eds.), **Biomechanics IX-B**, Pp.:177-122, Champaign, Human Kinetics.
- VANDER, A. J., SHERMAN, J. H. & LUCIANO, D. S. (1981). **Fisiologia Humana: os mecanismos da função de órgãos e sistemas.** Ed. McGraw-Hill. 3^o ed. SP.
- VICKERY, S. R., CURETON, K. J. & LANGSTAFF, J. L. (1983). Heart rate and energy expenditure during aqua dynamics. **The Physician and Sportsmedicine.** 11:62-72.
- WEISE, R & KARPOVICH, P. (1974). Energy cost of exercises for convalescents. **Arch Phys Med Rehabil.** 28:447-454.
- WENGER, H. A. & BELL, G. J. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. **Sports Med.** 3:346-356.
- WESTON, C. F., O' HARE J. P., EVANS J. M., & CORMALL R. J. M. (1987). Hemodynamic changes in man during immersion in water at different temperatures. **Clin. Sci. Lond.** 73:613-616.
- WHAYNE, T. F. & KILLIP, T. (1967). Simulated diving in man: comparison of facial stimuli and response in arrhythmia. **J. Appl. Physiol.** 22:800-807.

- WHITLEY J. D. & SCHOENE L. L. (1987). Comparison of heart rate responses - water walking versus treadmill walking. **Journal of The American Physical Therapy Association.** 67(10):1501-1504.
- WILBER, R. L., MOFFATT, R. J., SCOTT, B. E., LEE, D. T. & CUCUZZO, N. A. (1996). Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. **Med. Sci. Sports Exerc.** 28(8):1056-1062.
- WILDER, R. P., & BRENNAN, D. K. (1993). Physiological responses to deep water running in athletes. **Sports Med.** 16:374-380.
- WILDER, R. D., BRENNAN, D. K. & SCHOTTE, D. E. (1993). A standard measure for exercise prescription for aqua running. **Am. J. Sports Med.** 21:45-48.
- WILMORE, J. H. (1969). The use of actual, predicted and constant residual volumes in the assessment of body composition by underwater weighing. **Medicine and Science in Sports.** 1(2):87-90.
- WINTER, D. A. & WHITE, S. C. (1987). Cause-Effect Correlations of Variables of Gait. IN.: Jansson, B (ed). **International Series on Biomechanics.** Volume 6A, Biomechanics X-A. Pp.:363-368.
- WYSS, U. P., KNUESSES, O. & GROSS, W. (1987). Simple data presentation of gait studies. IN.: Jansson, B (ed). **International Series on Biomechanics.** Volume 6A, Biomechanics X-A. Pp.:393-396.
- YAMAJI, K.; GREENLEY, M.; NORTHEY, D. R. & HUGHSON, R. L. (1990). Oxygen uptake and heart rate responses to treadmill and water running. **Can.J. Spt. Sci.** 15:296-298.
- YAZAWA, R. H., RIVET, R. E., FRANÇA, N. M. & SOUZA, M. T. (1989). Antropometria e flexibilidade em senhoras praticantes de ginástica aquática. **Rev. Bras. de Ciência e Movimento.** 3(4):23-29.
- YOUNG, A. J., SAWKA, M. M., LEVINE, L., BURGOON, P. W., LATZKA, W. A., GONZALEZ, R. R. & PANDONF, K. B. (1995). Metabolic and thermal adaptations from endurance training in hot or cold water. **J. Appl. Physiol.** 78(3):793-801.
- ZATSIORSKY, V. M & FORTNEY, V. L (1993). Sport Biomechanics 2000. **Journal of Sports Sciences.** 11(4):279-283.

ANEXOS

ANEXO 1

FICHA DE COLETA DE DADOS

Nome:..... Sexo:
 Endereço:.....Fone para
 contato:.....
 Possui no mínimo 6 meses de prática de hidroginástica: () sim ()
 não
 Nome do exercício que vai executar:
 Peso:.....Estatura:.....

COLETAS DE REPOUSO (sentado durante no mínimo 5 minutos)

FC de repouso:.....
 Análise do VO_2 de repouso:.....
 Análise do lactato de repouso:.....

COLETAS EM EXERCÍCIO E EM RECUPERAÇÃO

1 - Um minuto de adaptação ao exercício e contagem do nº de
 repetições:.....

Profundidade:.....

Frequência Cardíaca em Exercício				
1º Minuto	2º Minuto	3º Minuto	4º Minuto	5º Minuto

* Análise de VO_2 de 20s em 20 s em anexo

DADOS DE RECUPERAÇÃO			
Frequência Cardíaca		Concentração de Lactato	
1 min	16 min	3 min -	40 min
2 min	17 min		
3 min	18 min	5 min	45 min
4 min	19 min		
5 min	20 min	10 min	50 min
6 min	25 min		
7 min	30 min	15 min	
8 min	35 min		
9 min	40 min	20 min	
10 min	45 min		
11 min	50 min	25 min	
12 min			
13 min		30 min	
14 min			
15 min		35 min	

Profundidade:.....

Frequência Cardíaca em Exercício				
1º Minuto	2º Minuto	3º Minuto	4º Minuto	5º Minuto

* Análise de VO_2 de 20s em 20 s em anexo

DADOS DE RECUPERAÇÃO			
Frequência Cardíaca		Concentração de Lactato	
1 min	16 min	3 min -	40 min
2 min	17 min		
3 min	18 min	5 min	45 min
4 min	19 min		
5 min	20 min	10 min	50 min
6 min	25 min		
7 min	30 min	15 min	
8 min	35 min		
9 min	40 min	20 min	
10 min	45 min		
11 min	50 min	25 min	
12 min			
13 min		30 min	
14 min			
15 min		35 min	

Profundidade:.....

Frequência Cardíaca em Exercício				
1º Minuto	2º Minuto	3º Minuto	4º Minuto	5º Minuto

* Análise de VO_2 de 20s em 20 s em anexo

DADOS DE RECUPERAÇÃO			
Frequência Cardíaca		Concentração de Lactato	
1 min	16 min	3 min -	40 min
2 min	17 min		
3 min	18 min	5 min	45 min
4 min	19 min		
5 min	20 min	10 min	50 min
6 min	25 min		
7 min	30 min	15 min	
8 min	35 min		
9 min	40 min	20 min	
10 min	45 min		
11 min	50 min	25 min	
12 min			
13 min		30 min	
14 min			
15 min		35 min	

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO

Estamos realizando uma pesquisa científica com alunos de hidroginástica do programa de Extensão em Hidroginástica da ESEF-UFRGS, para analisarmos as alterações fisiológicas e biomecânica em diferentes exercícios de hidroginástica em diferentes profundidades de água. Gostaríamos de convidá-lo para fazer parte deste estudo. A partir destes dados será possível a avaliação de parâmetros específicos da atividade de hidroginástica em diferentes profundidades de água, tornando-se, deste modo, um referencial básico para futuras pesquisas aplicadas.

A sua participação neste estudo consta do cumprimento dos seguintes itens:

- 1) Submeter-se a medidas de peso e estatura, através de uma balança e uma toesa, não sendo nenhum destes procedimentos invasivos;
- 2) Comparecer na piscina e da ESEF/UFRGS, no dia e hora marcados para realizar os testes de exercícios de hidroginástica em diferentes profundidades de água (alturas de ombro e cicatriz umbilical) e fora d'água, onde serão feitas coletas de frequência cardíaca, consumo de oxigênio, força de reação vertical, força de reação vertical corrigida para o peso e impulso medidas estas não invasivas, bem como medidas de lactato sanguíneo onde estas medidas serão com procedimentos invasivos;

Fica antecipadamente garantido que:

- a) Os testes serão realizados por pessoas especializadas;
- b) O material utilizado para a coleta será descartável e de uso único, garantindo-se, assim, a inexistência de risco de contaminação;
- c) Não haverá nenhum custo aos participantes do estudo;
- d) Fica assegurado a acesso aos resultados obtidos nos testes realizados pelo indivíduo e as interpretações dos mesmos;
- e) Fica assegurado o direito a esclarecimentos sobre outros detalhes da pesquisa, quando julgar necessário, bem como, a cancelar esta autorização em qualquer tempo, sem que haja prejuízos de qualquer ordem ao aluno;

f) Os nomes dos participantes do estudo não serão divulgados, assegurando-se o caráter confidencial das informações obtidas durante esta pesquisa;

Esta pesquisa é classificada como de risco mínimo, sendo estes inerentes a qualquer sujeito submetido a coletas endovenosa de sangue ou testes de esforço, assim como. o desconforto que estes procedimentos provocam, não sendo esperado nada além do normal.

Ciente, e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu _____, estou de acordo em participar dessa pesquisa científica, subscrevendo este consentimento.

PARTICIPANTE DO ESTUDO

CATALOGAÇÃO NA FONTE

K94a Krueel, Luiz Fernando Martins.

Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água. / Luiz Fernando Martins Krueel. - Santa Maria: UFSM, 2000.

111f., il., tab..

Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Educação Física e Desportos. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, 2000.

1.Hidroginástica. 2.Frequência cardíaca. 3 Lactato sangüíneo. 4. Oxigênio: Consumo. 5. Forças de reação vertical. I.Título. II. Sampedro, Renan F. Maximiliano, orientador.

CDU:796.41:797