

HEROS RIBEIRO FERREIRA

SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE  $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METILBUTIRATO  
(HMB) ATRAVÉS DE MARCADORES FISIOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS  
E BIOMECÂNICOS EM ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO DE  
CANOAGEM.



CURITIBA  
2013



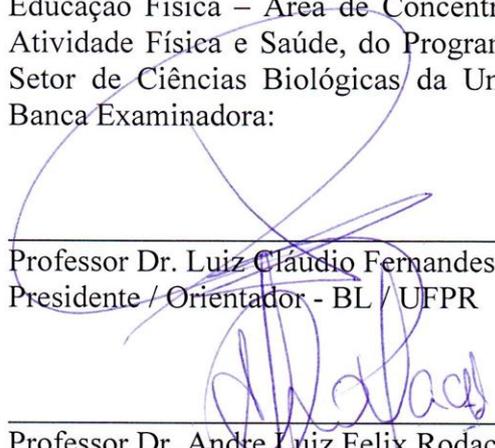


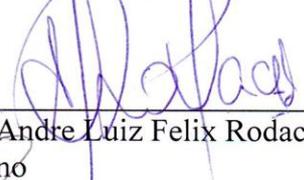
# TERMO DE APROVAÇÃO

## HEROS RIBEIRO FERREIRA

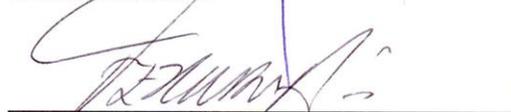
### “Efeitos da suplementação de $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METIL-BUTIRATO (HMB) através de marcadores fisiológicos, bioquímicos e biomecânicos em atletas de alto rendimento de canoagem”

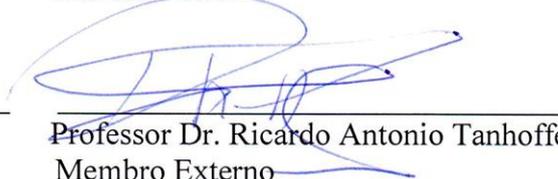
Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação Física – Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa Atividade Física e Saúde, do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Professor Dr. Luiz Cláudio Fernandes  
Presidente / Orientador - BL / UFPR

  
\_\_\_\_\_  
Professor Dr. Andre Luiz Felix Rodacki  
Membro Interno

  
\_\_\_\_\_  
Professora Dra. Neiva Leite  
Membro Interno

  
\_\_\_\_\_  
Professor Dr. José Fernandes Filho  
Membro Externo

  
\_\_\_\_\_  
Professor Dr. Ricardo Antonio Tanhoffer  
Membro Externo

Curitiba, 11 de Abril de 2013.

**HEROS RIBEIRO FERREIRA**

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE  $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METIL-  
BUTIRATO (HMB) ATRAVÉS DE MARCADORES  
FISIOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS E BIOMECÂNICOS EM  
ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO DE CANOAGEM.**

**Tese apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do Título de Doutor em  
Educação Física do Programa de Pós-  
Graduação em Educação Física do Setor  
de Ciências Biológicas da Universidade  
Federal do Paraná.**

**Orientador: Luiz Cláudio Fernandes**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta Tese aos meus pais Raul Afonso Ferreira e Oralina Ribeiro Ferreira, por sempre terem me dado todo o apoio nas minhas tomadas de decisão, e principalmente durante todo o período em que estive ausente fisicamente de suas vidas.

Aos meus irmãos, Fernando Ferreira e Marcela Ferreira, que sempre me ajudaram nos momentos de necessidade.

Aos meus amigos irmãos pelo exemplo de liberdade, igualdade e fraternidade, durante meu convívio entre vós, e por terem sido um espírito de luz na minha vida, ensinando-me novos valores e os caminhos de vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus acima de todas as coisas, por ter permitido que eu vivesse esta experiência única em minha vida, sempre guiando os meus caminhos, dando-me esperança e fé, para superar todos os obstáculos.

Aos meus pais Raul Afonso Ferreira e Oralina Ribeiro Ferreira deixaram e se privaram de muitas coisas para dar a qualidade de ensino e educação que tenho hoje, e aos meus irmãos Fernando e Marcela, por todo apoio e incentivo diariamente ao longo da minha vida, incentivando aos estudos.

A minha namorada, Pamela Gill, companheira e incentivadora que sempre diante de uma dificuldade soube me motivar e buscar soluções para o meu desenvolvimento, minha eterna gratidão.

Aos fraternos irmãos Sebastião Afonso Ferreira, Prof. Dr. José Fernandes Filho que muito me ajudaram ao longo desse processo e todos que mesmo à distância colaboraram para a concretização dessa realização.

Ao Prof. Dr. Luiz Cláudio Fernandes, pela oportunidade de poder trabalhar ao seu lado e pela grande contribuição de seu conhecimento intelectual, no engrandecimento do meu saber. Obrigado pela confiança e pelos momentos de sabedoria comigo compartilhado, que me ajudam a crescer como pessoa e profissionalmente.

A todos os companheiros de laboratório que contribuíram para a realização deste trabalho, desde aqueles que me ajudaram com uma simples conversa a aqueles que estiveram presentes comigo nos dias de experimento e análises dos dados.

Aos professores Dr André Félix Rodacki, Dr. Raul Osiecki, Profa Dra Neiva Leite, Profa. Dra. Paula Roquetti Fernandes e o Prof. Dr. Marcelo Papoti pela gentileza e boa vontade de apreciar este trabalho e compreensão das atividades do meu trabalho.

Aos professores Edson Itaru Kaminagakura, Luiz Carlos Taques e Flávio Guimarães Kalinowski que me ensinaram o vício de estudar e pesquisar, sou muito grato a vocês, pois sem a motivação incondicional.

Agradeço ao amigo Henrique Malina (Vitaimport), Dr. Everson Nunes, Dr. Gleisson Ferreira (Labmetab), Dra. Renata Gorjão, Dra. Maria Fernanda Cury, Dr. Sandro Massao, Dr. Rui Curi e Dra. Tania Cristina Curi (Universidade Cruzeiro do Sul – SP) que de forma direta ou indireta sempre me orientaram ou me ajudaram nessa pleiteada, obrigado pela ajuda e a confiança de sempre.

Agradecimento a Radimagem de Foz do Iguaçu e ao Laboratório de Análises Clínicas da Uniamérica, muito obrigado Prof. Rubens por toda a ajuda nas coletas e análises dos dados hematológicos, estendo agradecimento à toda equipe da Uniamérica.

Thanks to the doctors John C. Fuller, Jr., PhD and John A. Rathmacher, Ph.D., for their cooperation in the construction of scientific knowledge, even if the distance were very important.

Um agradecimento especial ao Josef E. "Joe" Weider foi um canadense co-fundador da International Federation of BodyBuilders, criador do Mr. Olympia, Ms. Olympia e dos extintos torneios de fisiculturismo Masters Olympia. Patrocinador total do suplemento HMB para este estudo. Uma pessoa fantástica e de conhecimento fora de série, infelizmente esse agradecimento *in memoriam* (†23th March 2013).

A Confederação Brasileira de Canoagem e ao Comitê Olímpico Brasileiro pela oportunidade ímpar de crescimento profissional, intelectual e pessoal ao longo desses 10 anos, espero poder retribuir a mesma altura.

Agradeço a sociedade brasileira, pois sem a educação pública que eu recebi desde as primeiras fases de vida, seria impossível chegar nesse ponto tão alto.

A todos os atletas e colegas de trabalho que com muito respeito e dedicação fizeram com que esse trabalho pudesse ser realizado.

Aos professores de todas as disciplinas que cursei no mestrado e doutorado, pela convivência diária oportunizada, que muito contribuirá para o meu desenvolvimento acadêmico, profissional e de vida.

Muito obrigado.

## **PENSAMENTO**

“As grandes coisas  
são feitas por pessoas  
que tem grandes ideias  
e saem pelo mundo  
para fazer com que seus sonhos se  
tornem realidades”

**Ernest Holmes**

## RESUMO

A canoagem é uma modalidade esportiva diferenciada por ocorrer e sofrer as influências do meio líquido, principalmente na aplicação das cargas de força da remada. A avaliação de força isolada entre segmentos permite análise de discrepância entre hemicorpos. O estudo sobre as assimetrias de força na canoagem são importantes principalmente por associação com desempenho de alto rendimento. Da mesma forma que o desempenho da eficiência mecânica o estado metabólico do atleta está ligado intimamente com a performance final. Em relação ao estado metabólico notamos que o uso de suplementos nutricionais ergogênicos está se tornando inseparável nos esportes competitivos. Destacamos o  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB) foi recentemente sugerido para promover aumento da massa livre de gordura (MLG) e ganhos de força durante o treinamento de resistência em adultos. O presente estudo prospectivo, randomizado, duplo-cego, placebo-controlado, estudou o efeito da suplementação de 37,5 mg/dia/kg sobre os parâmetros bioquímicos (MLG, triacilgliceróis, lipoproteínas, creatinina sérica, CK total e frações, LDH e ferro sérico) bioquímicos (hematológicos) e biomecânicos (parâmetros da curva força-tempo – pico de força, força média, impulso gerado, taxa de desenvolvimento de força e índice de fadiga). Amostra foi composta de 20 canoístas masculinos, nível competitivo internacional, durante o período de treinamento de força, acompanhados durante seis meses, com  $18,7 \pm 1,49$  anos; peso corporal de  $78,9 \pm 3,3$  kg. Foram divididos em dois grupos, em duplo cego e aleatoriamente: um grupo suplementado (c/ HMB) e outro grupo (Placebo). A composição das cápsulas com HMB era de 250mg de  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB - Ca)/ 340 mg de celulose microcristalina/ 10 mg de estearato de magnésio e a composição das cápsulas do grupo placebo eram compostos de 340 mg de celulose microcristalina/ 10 mg de estearato de magnésio. O pico de força apresentou queda durante toda a avaliação provavelmente por dificuldade na estratégia de aumento ou manutenção no final do teste para sustentar a velocidade, visto que não possuíam acompanhamento dos instantes da prova. Os resultados apontam a diferença de aplicação de força entre hemicorpos (direito e esquerdo) manteve-se em igual proporção durante todos os instantes da prova (início, meio e fim). Tal achado indicou que a fadiga que se instala ao longo da prova não influencia as diferenças na capacidade de gerar força propulsiva entre os segmentos. Ainda, indicam que a dosagem de proposta provocou aumento de massa livre de gordura e diminuição de lipoproteínas, bem como a redução dos marcadores inflamatórios (CK total e frações, LDH) em relação ao grupo placebo. O presente estudo alerta pela necessidade de mais estudos com HMB, pois parece ter efeito sobre a síntese proteica, via pela qual ainda não está muito esclarecida. Conclui-se que mesmo que escassa as evidências científicas parece que o HMB ser eficiente. Contudo parece não se tratar apenas de ganho de massa livre de gordura e melhoria do estado metabólico geral, mas sim, de ganhos efetivos para o sistema imunológico aumentando a capacidade de resistência do organismo.

Palavras-chaves: atletas, HMB, canoagem, força propulsiva, suplementação.

## ABSTRACT

Canoeing is a sport differential to occur and suffer the influences of the water, particularly in the application of loads on the power stroke. The test of isolated power between segments allows analysis of discrepancies between segments (left and right arms). The tests of asymmetries in power on canoe/kayak are important mainly associated with high performance. However the performance of the mechanical efficiency of the metabolic state of the athlete is strictly linked to the performance end. In relation to the metabolic state noted that the use of ergogenic nutritional supplements is becoming inseparable in competitive sports. We highlight the  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) was recently suggested to promote increased fat-free mass (FFM) and strength gains during resistance training in adults. This study are prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled evaluated the effect of supplementation of 37.5 mg/day/kg on the biochemical parameters (MLG, triglycerides, lipoproteins, serum creatinine, CK and fractions, LDH and serum iron) biochemical parameters (hematology) and biomechanical parameters (force-time curve- peak power, average power, impulse, rate of development of strength and fatigue index). Sample are 20 male paddlers, international competitive level, during the period of strength training, followed for six months, with  $18.7 \pm 1.49$  years, body weight  $78.9 \pm 3.3$  kg. This sample divided into two groups in a double blind, randomized: one group supplemented (c/HMB) and another group (Placebo). The composition of HMB capsules was with 250mg of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB-Ca)/ microcrystalline cellulose 340 mg/ 10 mg of magnesium stearate and the composition of the placebo capsules were of 340 mg of microcrystalline cellulose/ 10 mg of magnesium stearate. The force peak decreased throughout the evaluation probably difficulty the strategy of increasing or maintaining at the end of the test to sustain the speed, since there had accompanying moments of the race. The results show the difference between force application members (right and left) remained in the same proportion during every moment of the race (beginning, middle and end). This finding indicated that the fatigue that settles along the race did not influence the differences in the ability to generate propulsive force between the segments. Also indicate that the proposed dosage caused increases in fat free mass and decreased lipoprotein, as well as the reduction of inflammatory markers (CK/fractions and LDH). This study emphasizes the need for more studies about use HMB; it seems to have effect on the protein synthesis pathway by which is still not very clear. It is concluded that even little scientific evidence that HMB appears to be efficient. But does not seem to deal only gain fat free mass and improve the overall metabolic state, but from real profits to the immune system by increasing the resilience of the body.

Keywords: athletes, HMB, kayak sprint, propulsive force, supplementation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2.1	EXEMPLO DA FORÇA INSTANTÂNEA DE UM NADADOR PARA A CURVA DO TEMPO EM TESTE DE 30S MÁXIMOS EM NADO ATADOS. AS SETAS REPRESENTAM À FORÇA MÁXIMA E PICO MÍNIMO. ....	27
FIGURA 2.2	METABOLISMO DO $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METILBUTIRATO (HMB), LEUCINA, ACETOISOCAPROATO (KIC) EM HUMANOS. A LEUCINA É TRANSAMINADA A KIC O QUAL PODE SER CONVERTIDA A HMG-CoA OU OUTROS PRODUTOS. ....	35
FIGURA 2.3	SISTEMA PROTEOSSOMA UBIQUITINA-ATP DEPENDENTE. ....	39
FIGURA 2.4	REGULAÇÃO DO SISTEMA PROTEASSOMA UBIQUITINA-ATP DEPENDENTE POR CITOCINAS E FATORES DE TRANSCRIÇÃO. ....	40
FIGURA 2.5	METABOLISMO PROTÉICO MUSCULAR NO INDIVÍDUO CAQUÉTICO. ....	42
FIGURA 2.6	INTEGRINAS E OUTRAS PROTEÍNAS NAS CASCATAS DE SINALIZAÇÕES DESENCADEADAS PELA APLICAÇÃO DE SOBRECARGA À CÉLULA MUSCULAR. ....	44
FIGURA 2.7	EFEITO INIBITÓRIO DO HMB SOBRE VIAS RESPONSÁVEIS PELA PROTEÓLISE EM CÉLULAS MUSCULARES ESQUELÉTICAS. ....	46
FIGURA 4.1	COMPONENTES VERTICAIS E HORIZONTAIS DE UMA REMADA. ....	68
FIGURA 4.2	PRIMEIRO CÍRCULO DE POTENCIA DA REMADA. ....	68
FIGURA 4.3	SEGUNDO CÍRCULO DE POTENCIA DA REMADA. ....	69
FIGURA 4.4	DIAGRAMA PONTES DE WEATSTONE. ....	71
FIGURA 4.5	DIAGRAMA PONTES DE WEATSTONE. ....	71
FIGURA 4.6	FIXAÇÃO DOS CABOS NO BARCO. ....	72
FIGURA 4.7	AMPLIFICADOR DE SINAIS E CONVERSOR ANALÓGICO/ DIGITAL. ....	72
FIGURA 4.8	ILUSTRAÇÃO REPRESENTATIVA DA CONFIGURAÇÃO DO EXPERIMENTO. ....	73
FIGURA 4.9	CORREÇÃO DOS DADOS PELO COSENO $\alpha$ ....	74
FIGURA 4.10	COMPONENTES DERIVADAS DA DRAGA GERADA. ....	74
FIGURA 4.11	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS VARIÁVEIS PROPULSIVAS. ....	75
FIGURA 4.12	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS MOMENTOS DURANTE A COLETA DE DADOS. ....	76
FIGURA 4.13	DADOS DE PICO DE FORÇA NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM. ....	77

FIGURA 4.14	DADOS DE FORÇA MÉDIA NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM. ....	78
FIGURA 4.15	DADOS DE TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE FORÇA NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM. ....	78
FIGURA 4.16	DADOS DE IMPULSO GERADO NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM. ....	79
FIGURA 4.17	DADOS DE ÍNDICE DE FADIGA NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM. ....	79
FIGURA 5.1	DADOS DE CK TOTAL PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. ....	96
FIGURA 5.2	DADOS DE CK MM PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. ....	97
FIGURA 5.3	DADOS DE CK MB PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. ....	97
FIGURA 5.4	DADOS DE LDH PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. ....	98
FIGURA 5.5	DADOS DE CREATININA PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. ....	98
FIGURA 5.6	DADOS DE PESO CORPORAL PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. ....	99
FIGURA 5.7	DADOS DE % GORDURA PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. ....	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 5.8	DADOS DE % GORDURA PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. ....	99

## LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1	VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO. ....	54
TABELA 3.2	VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO. ....	55
TABELA 3.3	PARÂMETROS BIOQUÍMICOS – PRÉ E PÓS-COMPETIÇÃO DE CANOAGEM.....	59
TABELA 3.4	PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS – PRÉ E PÓS-COMPETIÇÃO DE CANOAGEM.....	60
TABELA 4.1	VARIÁVEIS PROPULSIVAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO. ....	76
TABELA 5.1	VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO. ....	92
TABELA 5.2	PARÂMETROS BIOQUÍMICOS – GRUPO C/ HMB.....	95
TABELA 5.3	PARÂMETROS BIOQUÍMICOS – GRUPO PLACEBO.....	95

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP: Adenosina trifosfato

Cdk: Ciclina dependente de quinase

CHIP: carboxyl terminus of HSP-interacting protein

CK: Creatina quinase

CR: Comprimento de remada

eIFs: Fatores eucarióticos de iniciação

EPA: eicosapentaenoico

EPM: erro padrão da média

FM: Força média

FP: Força pico

FR: Frequência de remada

HDL: Lipoproteína de alta densidade

HMB:  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato

IGF-I: Fator de crescimento parecido com a insulina - I

IL: Interleucina

IMP: Impulso

LDH: Lactato desidrogenase

LDL: Lipoproteína de baixa densidade

LPL: Lipase lipoprotéica

LPS: Lipopolissacarídeo

NADPH: Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato

NF-kB: Fator Nuclear kB

PBS: Tampão fosfato salino

PDGF: Fator de crescimento derivado de plaquetas

PIF: Fator de Indução de Proteólise

PKC $\alpha$ : Proteína quinase C alfa

PMN: Células polimorfonucleares sanguíneas

ROS: Espécies reativas de oxigênio

TAGs: Triacilgliceróis

TCA: Ácido tricloroacético

TDF: Taxa de desenvolvimento de força

TEA: Trietanolamina

TGF $\beta$ : Fator- $\beta$  transformante de crescimento

TNF $\alpha$ : Fator de necrose tumoral  $\alpha$

VLDL: Lipoproteína de densidade muito baixa

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.1.OBJETIVOS E PRESSUPOSTOS GERAIS.....	19
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
2.1. ASPECTOS BIOMECÂNICOS NA CANOAGEM.....	21
2.1.1. Arrasto ou Draga.....	22
2.1.2. Força de propulsão.....	24
2.2. PARÂMETROS CINEMÁTICOS.....	24
2.3. MENSURAÇÃO DA FORÇA NA ÁGUA.....	26
2.4. COMPORTAMENTO DA FORÇA COM A FADIGA.....	26
2.5. ASSIMETRIAS ENTRE HEMICORPOS.....	27
2.6. ASSIMETRIA DE COORDENAÇÃO ENTRE HEMICORPOS.....	28
2.7. ASSIMETRIA DE APLICAÇÃO DE FORÇA ENTRE HEMICORPOS.....	29
2.8. ASPECTOS BIOLÓGICOS DA CANOAGEM.....	30
2.9. O $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METILBUTIRATO (HMB).....	33
2.10. METABOLISMO DO B-HIDROXI-B-METILBUTIRATO (HMB).....	34
2.11. TREINAMENTO DE FORÇA.....	37
2.12. HMB EM RELAÇÃO À FORÇA E HIPERTROFIA.....	38
2.13. SÍNTESE PROTÉICA DIMINUÍDA.....	41
2.14. AUMENTO DA SÍNTESE PROTÉICA MUSCULAR.....	42
2.15. SÍNTESE DA REVISÃO.....	47
<b>3. VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS EM UMA PROVA DE CANOAGEM</b> .....	50
3.1. INTRODUÇÃO.....	50
3.2. OBJETIVO.....	51
3.2.1. Objetivos Específicos.....	51
3.2.2. Hipóteses.....	51
3.3. METODOLOGIA.....	52
3.3.1. Amostra.....	52
3.3.2. Procedimentos Experimentais.....	53
3.3.3. Espaço Físico e Instrumentos.....	53
3.3.4. Variáveis de interesse.....	54
3.3.5. Tratamento Estatístico.....	58
3.4. RESULTADOS.....	59
3.5. DISCUSSÃO.....	60
3.6. CONCLUSÕES.....	63
<b>4. ANÁLISE DA REMADA/ PARÂMETROS DA CURVA FORÇA-TEMPO</b> .....	65
4.1. INTRODUÇÃO.....	65
4.2. OBJETIVO.....	66
4.2.1. Objetivos Específicos.....	66
4.2.2. Hipóteses.....	66
4.3. METODOLOGIA.....	67
4.3.1. Amostra.....	67
4.3.2. Procedimentos Experimentais.....	69
4.3.3. Espaço Físico e Instrumentos.....	70
4.3.4. Variáveis de Interesse.....	76
4.3.5. Análise Estatística.....	77
4.4. RESULTADOS.....	77

4.5. DISCUSSÃO.....	80
4.6. CONCLUSÃO.....	82
<b>5. EFEITOS DO HMB Vs. MARCADORES INFLAMATÓRIOS.....</b>	<b>84</b>
5.1. INTRODUÇÃO.....	84
5.2. OBJETIVO.....	86
5.2.1. Objetivos Específicos.....	86
5.2.2. Hipóteses.....	87
5.3. METODOLOGIA:.....	87
5.3.1. Amostra.....	87
5.3.2. Procedimentos Experimentais.....	89
5.3.3. Espaço Físico e Instrumentos.....	90
5.3.4. Variáveis de interesse.....	91
5.3.5. Tratamento Estatístico.....	94
5.4. RESULTADOS.....	94
5.5. DISCUSSÃO.....	100
5.6. CONCLUSÃO.....	103
<b>6. CONCLUSÕES FINAIS.....</b>	<b>104</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>106</b>
ANEXOS.....	123

## 1. INTRODUÇÃO

A canoagem uma modalidade é dividida em duas categorias: Olímpicas e não Olímpicas, das olímpicas são Slalom e Velocidade. Essas duas modalidades são caracterizadas como provas de curta duração, entre 35 a 240 segundos, deste modo há aumento da atividade de grande número de enzimas que regulam os processos metabólicos. Dessa forma quanto mais específicas são as avaliações fisiológicas e bioquímicas, em relação às exigências metabólicas durante as provas e competições, maiores serão as chances dos atletas alcançarem melhora da performance. No âmbito dessas análises, cada vez mais apurada, permite o investigador compreender quais vias metabólicas são utilizadas e dessa forma aprimorar os sistemas de treinamento e as estratégias de prova. Nesse sentido, técnicos e atletas, na busca de acelerar esses ganhos no desempenho físico utilizam estratégias nutricionais e/ou suplementos alimentares, chamados de recursos ergogênicos (COOPER et al., 2012).

Desde meados dos anos 50 têm-se estudado diversas variáveis, e a procura por estratégias para promover aumento destes ganhos, vem ao encontro de estudos relacionados com o consumo de inúmeros suplementos alimentares, entre eles destacamos aminoácidos de cadeia ramificada, proteínas isoladas e carboidratos.

Alguns estudos (BIOLO et al., 1992b; DE FEO et al., 1992a; GAUTSCH et al., 1998b) têm mostrado que as ingestões de refeições contendo proteínas podem promover o aumento na taxa de síntese protéica corpórea total, bem como a supressão da degradação protéica. Este efeito anabólico pode ser atribuído, em parte, ao aumento do aporte de aminoácidos para a musculatura esquelética. Em particular a leucina, aminoácido de cadeia ramificada, possui a habilidade de estimular, independentemente, a síntese protéica (ANTONY et al., 2001). Esse efeito regulatório da leucina tem sido confirmado na literatura científica (ANTHONY et al., 2002). No entanto, o mecanismo pelo qual esse aminoácido altera o turnover protéico ainda não está bem compreendido (OSTASZEWSKI et al., 2000) que está relacionado com o fenômeno onde a síntese e degradação acontecem em simultâneo, havendo a renovação da proteína corporal. O candidato a promotor do efeito inibitório do catabolismo protéico é o  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB), produto do metabolismo do aminoácido leucina. A partir da transaminação deste aminoácido é formado o  $\alpha$ -cetoisocaproato, o qual é parcialmente oxidado em HMB (NUNES et al., 2008).

HMB tem relação com a diminuição da degradação de proteínas em seres

humanos, o que sugere que a leucina pode servir como regulador do metabolismo de proteínas (NAIR et al., 1992). Segundo Nissen *et al.*, (1996) homens e mulheres destreinados quando iniciados no treinamento sistematizado de resistência apresentaram maiores ganhos de massa livre de gordura (MLG) e força quando utilizaram suplementos com doses de 12,5 – 37,5 mg/kg/dia de HMB (em forma de sal de cálcio) durante 3 a 4 semanas (NISSEN et al., 1996c). Esses ganhos foram associados com perda significativa pela excreção urinária do aminoácido 3-methylhistidine, sugerindo que os indivíduos suplementados com HMB diminuíram o catabolismo durante o treinamento (NISSEN et al., 1996c).

Vukovich *et al.*, (1997) relataram que durante 8-semanas de suplementação com HMB (37,5 mg/kg/dia) houve aumento significativo da massa magra, redução da massa de gordura e da mesma forma gerou aumentos da força em 1RM em grupo de homens e mulheres idosos iniciantes de programa de treinamento (VUKOVICH et al., 1997).

Panton *et al.* (1998) relataram que a suplementação com HMB, durante 8 semanas de treinamento de resistência aumentou a capacidade funcional, em idosos (PANTON et al., 1998).

Gallagher *et al.* (1999) analisaram os efeitos da suplementação com HMB (38 e 76 mg/kg/dia) durante 8 semanas de treinamento de resistência em homens destreinados e notaram que houve diminuição significativa da excreção de creatina quinase e aumento de massa magra (apenas no grupo de 38 mg/kg/dia) corroborando com os achados de aumento de massa livre de gordura (GALLAGHER et al., 1999).

Em geral, estes resultados preliminares sugerem que a suplementação de 35 a 75 mg/dia/kg corporal com HMB pode aumentar a massa magra e força em indivíduos destreinados submetidos a programa de treinamento de resistência (NISSEN et al., 1996c; PETERSON et al., 1999; VUKOVICH, 1997).

Vukovich *et al.* (1997) relataram que duas semanas de suplementação com HMB (35 mg/kg/dia) provocou aumento significativo no tempo de exaustão, no limiar de lactato e pico de  $VO_2$  em ciclistas treinados (VUKOVICH et al., 1997). Dessa forma é sugerido que a suplementação com HMB pode fornecer valor ergogênico durante o exercício intenso, contudo, o mecanismo não está claramente descrito (PINHEIRO et al., 2012; ZANCHI et al., 2011).

## 1.1. OBJETIVOS E PRESSUPOSTOS GERAIS

A canoagem é uma modalidade esportiva diferenciada por ocorrer e sofrer as influências do meio líquido. As propriedades físicas da água exercem efeito determinante no desempenho da navegação e o incremento na velocidade de deslocamento do canoísta depende de sua capacidade em maximizar a aplicação de forças propulsoras e minimizar a resistência (arrasto/draga) oferecida pela água. Logo, avaliações específicas no canoísta dentro da embarcação em meio líquido se apresentam como metodologia mais vantajosa no estudo das forças propulsivas empregadas do deslocamento da embarcação. A avaliação de força isolada entre segmentos permite análise de discrepância entre hemicorpos. Estudos sobre assimetrias na canoagem são importantes principalmente por associação com desempenho de alto rendimento. Não foram encontrados na literatura estudos que relatem diferenças de aplicação de força entre segmentos em teste específico na canoagem, assim como o comportamento das assimetrias com a instalação da fadiga no decorrer de uma prova, estando limitado a estudos cinemáticos empregados para descrever diferenças de coordenação entre os hemicorpos durante a navegação. Assim como os efeitos da suplementação de doses de 37,5 mg/dia/kg com HMB não estão elucidados em relação a atletas competitivos de canoagem, sob a melhora na performance, no que diz respeito a composição corporal, ganhos de massa livre de gordura. Desta forma, este estudo tem o propósito de preencher uma lacuna importante na literatura sobre efeitos da suplementação com HMB em atletas competitivos e sobre assimetrias na aplicação de força entre hemicorpos e relação com desempenho.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Acredita-se, sobretudo no esporte de alto rendimento, que quanto mais específico for o treinamento e mais próximos forem os gestos esportivos realizados durante as sessões de treinamento, em relação àqueles executados em provas e competições, maiores serão as chances dos atletas de diferentes modalidades alcançarem o sucesso. Em diversos tipos de esportes não se pode obter um elevado desempenho competitivo sem que haja previamente uma especialização orientada e oportuna (GOBBO et al., 2002). A eficiência no esporte depende do desenvolvimento da especialização. Todavia, tão importante quanto à especificidade do treinamento, são as avaliações periódicas. As informações produzidas auxiliam no controle dos níveis de condicionamento físico e técnico proporcionando uma análise mais criteriosa sobre a eficiência ou não do treinamento empregado.

Com bases as avaliações específicas; inúmeros pesquisadores (GOBBO et al., 2002) têm procurado investigar, particularmente ao longo das duas ou três últimas décadas, as características físicas de atletas de elite na tentativa de explicar o desempenho atlético, relacionando-o com o sucesso e o fracasso dentro do esporte (PARIZKOVA, 1987). Alguns desses estudos têm confirmado a estreita relação entre o tipo físico e o desempenho atlético em diferentes modalidades (PARIZKOVA, 1987; SADLY et al., 1984). Desse modo, treinadores, preparadores físicos e pesquisadores têm se esforçado na tentativa de adequar o perfil antropométrico dos atletas às exigências específicas de cada modalidade, com a finalidade de levá-los ao rendimento máximo.

O conhecimento da especificidade da atividade, do tipo físico e das respostas fisiológicas dos praticantes de uma modalidade, permite compreender as tomadas de decisão na seleção de atletas com potencial esportivo assim como na melhora do treinamento físico. Neste contexto alguns estudos internacionais (ACKLAND et al., 2003; FEWTRELL et al., 1992; GRAY et al., 1995; KHOSLA et al., 1985; LUTOSLAWSKA et al., 1990a; MACINTYRE et al., 2002) buscaram traçar o perfil do atleta de canoagem no mundo. No Brasil foram realizados estudos (ABRAMOVA et al., 1995a; ABRAMOVA et al., 2000; ABRAMOVA et al., 1995b; CASTANHEDE et al., 2003; DANTAS et al., 2002; FERREIRA et al., 2003; FERREIRA et al., 2007a; FONSECA et al., 2008; JOÃO et al., 2002; MEDINA, 2002; SILVA, 2003; VEIGA et al., 2003) para identificar o perfil do atleta brasileiro em diversas modalidades,

entretanto, poucos estudos foram realizados para identificar na modalidade de canoagem. Alguns autores (BUDGETT, 1995;1998; FERREIRA et al., 2005;2007a;2007b; FERREIRA et al., 2006; FONTES, 2001; FONTES et al., 2002; GOBBO et al., 2002; KEMECSEY, 1971; PENDERGAST et al., 1989; SOUZA et al., 2005; SZANTO, 2004; ZAMPARO et al., 1999), realizaram estudos sobre diferentes modalidades de canoagem competitiva, todos em busca da especificidade do treinamento bem como o auxílio na predição de atletas com potencial esportivo.

Dado importante específico desta modalidade é domínio da remada que depende da capacidade de sustentação do remo de maneira a estabelecer o atrito necessário para o deslocamento e controle da embarcação. Esse movimento exige do atleta além de uma propriocepção apurada, força para as correções e ajustes corporais em função do deslocamento a fim de manter a máxima velocidade durante a prova, obtendo assim o resultado e desempenho esportivo esperado para a competição (AUGUSTINHO et al., 1989). A força aplicada em cada ciclo de remada são vetores determinantes para prever o desempenho na modalidade (BOLOGUM, 1991; DURWARD, 2001).

## 2.1. ASPECTOS BIOMECÂNICOS NA CANOAGEM

Todo movimento nos desportos é influenciado pelo meio fluido em que ocorre. Na grande maioria das modalidades esportivas, os efeitos produzidos pelo meio são tão pequenos que podem ser desconsiderados. Na canoagem, toda via, as influências exercidas pela água apresentam-se de forma tão significantes que podem assumir um papel decisivo no resultado de uma prova.

Esclarecimentos sobre os princípios físicos da água ajudam a entender e justificar o comportamento da embarcação quando sofre as influências do meio líquido. Entre as propriedades físicas da água incluem-se: massa, peso, densidade, flutuação, pressão hidrostática, viscosidade e temperatura (GONÇALVES, 1996). A interferência da água na propulsão da embarcação envolve especialmente as propriedades de densidade, flutuação e viscosidade.

Densidade é a relação entre a massa e o volume. A densidade relativa ou gravidade específica de uma substância se relaciona com a massa de um dado volume e com a massa do mesmo volume de água deslocado. Sendo a densidade relativa da água pura igual a 1, objetos com densidade relativa maior

do que 1 afundam, menor do que 1 flutuam e igual a um 1, flutuam logo abaixo da superfície (VALASCO, 1997). A flutuação é sustentada pelo Princípio de Arquimedes "... quando um corpo está completa ou parcialmente imerso em um líquido em repouso, ele sofre um empuxo para cima igual ao peso do líquido deslocado." (SKINNER et al., 1985). Quando a embarcação assume posição horizontal na superfície da água, as forças que agem sobre ele são o seu peso e a força de empuxo. O fato do mesmo flutuar ou afundar dependerá da magnitude relativa destas forças direcionadas em sentido opostos, força de empuxo igual ao peso resultará em flutuação enquanto forças menores farão a embarcação afundar (HAY et al., 1985).

Por fim, viscosidade é caracterizada pelo atrito ou fricção que ocorre entre as moléculas de um líquido e que causa resistência ao fluxo do mesmo. A viscosidade é a resistência ao movimento porque as moléculas de um líquido tendem a se aderir à superfície de um corpo movendo-se atrás dele (GONÇALVES, 1996). As particularidades do meio líquido interferem no desempenho da navegação e tornam necessárias avaliações específicas na modalidade de canoagem.

### 2.1.1. Arrasto ou Draga

A água é 1000 vezes mais densa que o ar e exerce resistência no sentido contrário do movimento da embarcação do canoísta. O termo utilizado para a resistência da água aos movimentos da embarcação é arrasto, e tem sua importância como uma das estratégias de incremento de velocidade na navegação. A velocidade da embarcação é resultante da interação entre força de arrasto e propulsão, portanto, o canoísta pode maximizar sua eficiência de navegação por: (i) diminuição da força de arrasto; (ii) aumento da produção de força propulsiva ou; (iii) combinação das duas situações anteriores (BARBOSA et al., 2001).

O aumento da força do arrasto tem relação direta com o padrão em que flui a água ao redor das embarcações, mudando do movimento laminar ao turbulento. O fluxo laminar corresponde as correntes suaves e ininterruptas de velocidade constante nas quais as moléculas fluem com tranquilidade, em contrapartida ao fluxo laminar turbulento que surge da interrupção dessas correntes contínuas. Neste

caso as moléculas de água separam-se de suas correntes laminares, repicando-se umas nas outras em direção aleatória, causando aumento da resistência friccional.

A resistência friccional devida ao fluxo turbulento é maior do que aquela devida ao fluxo alinhado com a corrente. No fluxo alinhado em correnteza a resistência é diretamente proporcional à velocidade, enquanto que no fluxo turbulento a resistência é proporcional ao quadrado da velocidade. A resistência oferecida pelo fluxo em corrente é devido ao atrito entre as camadas das moléculas do líquido apenas, enquanto que no fluxo turbulento a resistência é devida ao atrito entre moléculas individuais do líquido (diversamente de entre as camadas), e entre o líquido e a superfície do continente. (SKINNER et al., 1985). A embarcação gera turbulência à sua frente e aos seus lados, aumentando a pressão nessas áreas em relação à pressão por trás da embarcação. O efeito disso, é que ele acaba por ser empurrado para trás pela área de alta pressão à sua frente e tracionado para o mesmo lado pela baixa pressão que criou logo atrás de seu segmento, reduzindo assim sua velocidade de progressão. Portanto, o arrasto criado pela embarcação, será diretamente proporcional à quantidade de turbulência por ele criada (MAGLISCHO et al., 1984).

As embarcações interferem na criação da turbulência pelos fatores: (i) forma em que se apresentam na água, (ii) orientação da embarcação na água e (iii) velocidade de movimento. No primeiro caso, os objetos mais afilados se deparam com menor resistência do que os de canto “quadrado” por permitirem que as direções das moléculas da água mudem de forma muito gradual, à medida que o objeto a ultrapassa, perturbando somente um pequeno número de correntes adjacentes e mantendo um padrão mínimo de turbulência. A proximidade posterior igualmente afilada permite que as moléculas de água ocupem quase que imediatamente o espaço, de modo que a pequena área de corrente de turbulência, na parte posterior dissipe-se rapidamente. A forma da embarcação competitiva na água resulta da mesma forma em menor resistência ao avanço. Cascos mais hidrodinâmicos permitem que o canoísta passe pela água menos turbulenta e conseqüentemente menos resistiva. Quando se trata da velocidade, os canoístas ao elevarem-na, criam mais fricção e turbulência com o remo e embarcação dessa forma aumenta seu arrasto. O efeito da velocidade é tão potente, que o dobro da velocidade quadruplica o arrasto (KNUDSON, 2007). A área de contato da embarcação tem influência direta no arrasto, pois quanto maior a área de contato

da embarcação, maior será a resistência (draga) gerada. Nesse sentido as embarcações mais estáveis (sem oscilações, balanços) independente dos eixos coordenadas (X, Y ou Z) geram menor draga e tornam-se mais propulsivas.

### 2.1.2. Força de propulsão

Propulsão é definida como a força criada pelo remo utilizado pelos canoístas, que resulta em um impulso da embarcação à frente. Juntamente com a capacidade de minimizar o arrasto, a força propulsora desempenha um importante papel na aquisição de performances mais expressivas dentro da canoagem competitiva. Até o momento a literatura específica dispõe de poucas teorias concernentes às leis de movimento que governam a propulsão da embarcação de canoagem.

## 2.2. PARÂMETROS CINEMÁTICOS

Por se desenvolver em um meio físico com características mecânicas específicas, a canoagem acaba por colocar problemas igualmente específicos ao nadador. Fatores biomecânicos podem apresentar maiores influências no desempenho do atleta que sua de produção e liberação de energia para o deslocamento. Assim, o esporte de alto rendimento, tem gerado, em forma de ganho de espaço e dedicação durante as sessões de treino, uma maior diligência por parte dos instrutores e atletas para o aprimoramento da técnica. Como consequência, tornou-se crescente o interesse por avaliações de variáveis determinantes do desempenho técnico da navegação, que devem ser simples e objetivas, dispensáveis de um pessoal especializado e equipamentos de alto custo para sua aplicação.

As variáveis de avaliações objetivas mais utilizadas pelos treinadores e atletas são as de comprimento de remada (CR), frequência média de remada (FR) e velocidade média de navegação ( $V_m$ ). O CR é definido como à distância percorrida em um ciclo de movimento completo de uma remada. Para medir o comprimento ou a amplitude da remada, deve-se contar a quantidade de ciclos de remada em determinada distância e dividir essa distância pela quantidade de ciclos. Um ciclo de remada é estipulado pela entrada de uma pá do remo na água até a próxima entrada da mesma pá do remo na água. A quantidade de ciclos de

movimento realizado por unidade de tempo é designado frequência de remada (FR), que pode ser obtida pela determinação do tempo gasto pelo canoísta para cumprir uma dada quantidade de ciclos completos. Assume-se  $V_m$  como o produto entre o CR e FR e admite-se que as oscilações na velocidade, ocorrem em função dos aumentos ou diminuições dessas duas variáveis durante a navegação. O CR e a FR teriam tal relação, que valores máximos ou mínimos de qualquer um deles podem gerar tempos mais lentos, e a combinação ideal entre eles resultam na velocidade máxima ( $V_{m\acute{a}x}$ ). Pelo fato da literatura atribuir a esses índices uma importância primordial na detecção das alterações decorrentes do treinamento aeróbico, eficiência propulsiva e habilidade técnica da navegação, tornou-se frequente a procura por procedimentos e indicadores simplificados, que sejam significativamente correlacionados com o nível de adequação mecânica da técnica da navegação. Um desses indicadores, o índice de navegação, ou índice de eficiência, proveria do produto da multiplicação entre a  $V_m$  da navegação e a CR, e teria grande utilidade na mensuração da habilidade técnica do canoísta por apresentar a vantagem de neutralização do efeito da velocidade. Maiores valores de IN são associados à mecanicamente técnica mais adequada, e a capacidade para manter a velocidade de navegação depende mais da capacidade para manter a CR do que a FR no percurso de uma prova, por tanto, o canoísta que apresentar para uma mesma velocidade de deslocamento um maior CR, e conseqüentemente, menor FR, parece ser mais eficiente, como o objetivo do canoísta competitivo é atingir e manter a maior  $V_m$ , quanto maior o IN, melhor será a adequação entre velocidade alcançada de navegação e o CR. No entanto, mesmo assumindo-se que os canoístas habilidosos tendem alcançar uma maior velocidade com longas remadas, deve-se ressaltar que o aumento do CR ocorre na medida em que as distâncias das provas aumentam, ao mesmo tempo em que diminuem suas FRs. Em relação à FR e a duração da prova de canoagem, os pesquisadores não documentaram até o momento nenhum padrão constante de suas realizações, apresentando resultados tanto de permanência constante durante a prova inteira, quanto de aumento, ou ainda de diminuição. Todavia, canoístas com níveis de performance superiores apresentam maiores valores de velocidade, CR e FR e parecem conseguir manter esses parâmetros mais constantes no decurso de uma prova.

### 2.3. MENSURAÇÃO DA FORÇA NA ÁGUA

A relação entre aumento de força com subsequente aumento na velocidade em muitos esportes sugere força e potência como capacidades determinantes no desempenho esportivo. Na canoagem foi atribuído o incremento da velocidade com a maior capacidade de aplicação da força, pelo fato dos canoístas reduzirem suas frequências de remadas com concomitante aumento de CR. Melhora da performance em decorrência do treinamento de força fora da água, no entanto, parece ser limitado, pois sobre efeito de treinamento de forma inespecífica, apresentam-se controversos. Desta forma, sugere-se que os métodos de avaliação de força, devam também ser aplicados de forma específica, assim como os métodos de treinamento, respeitando a especificidade da atividade em questão.

### 2.4. COMPORTAMENTO DA FORÇA COM A FADIGA

Fadiga é um fator limitante para desempenho por ligação direta com a velocidade e pode ser definida como diminuição da potência mecânica efetiva (TOUSSAINT et al., 2006), ela é resultado natural da competição e não pode ser evitada, apenas retardada (MAGLISCHO, 1999). Entre os efeitos do treinamento que podem retardar a fadiga incluem o aumento da potência, força muscular e padrões de recrutamento, fatores que compõem os principais efeitos do treinamento que incrementam a velocidade da navegação. Velocidade de navegação é definida por combinações de FR e CR (ALBERTY et al., 2009; CAPUTO et al., 2000; CASTRO et al., 2005; SMITH et al., 2002; TELLA et al., 2008; TOUSSAINT et al., 2006) das quais CR parece ser melhor preditor de eficiência (CAPUTO et al., 2000; CHOLLET et al., 2000; TOUSSAINT et al., 2006), assim supõe-se que diminuição da potência durante provas de navegação afeta velocidade, FR e CR (ALBERTY et al., 2009; CHOLLET et al., 2000; TOUSSAINT et al., 2006). De uma forma geral, pode dizer-se que à medida que a fadiga se instala durante uma prova, a velocidade média ( $V_m$ ) tende a decrescer e a CR acompanha esse decréscimo, enquanto a FR se mantém constante ou aumenta ligeiramente (CHOLLET et al., 2000). Para evitar quedas abruptas de velocidade

durante uma competição os canoístas acabam por estabelecer ritmos de navegação para a prova que diferem em metragens a serem realizadas. Comparativamente com a velocidade, o comportamento da força, parece ainda estar à espera de desenvolvimento tecnológico que permita superar muita das dificuldades da sua mensuração em situação da navegação real, associadas aos padrões de recrutamento motor e pela própria água. Até o presente momento, o RA parece continuar a ser um bom método para usar com canoístas, devido boa estimativa da força propulsiva produzida, à velocidade zero, com a força propulsiva que pode ser desenvolvida durante a navegação livre regular. Este método, contudo, não permite determinar a potência mecânica da remada, pelo fato de não existir uma velocidade de deslocamento. O teste em RA foi utilizado para avaliação do declive de fadiga através da equação linear da reta obtida entre dois pontos (pico máximo entre os cinco primeiros segundos e pico mínimo entre os últimos cinco segundos) usados para calcular índice de fadiga (Figura 1).

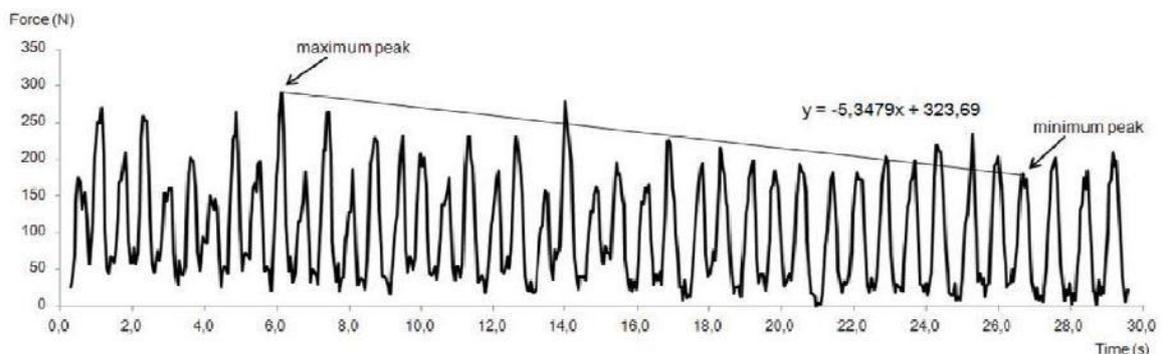


FIGURA 2.1- EXEMPLO DA FORÇA INSTANTÂNEA DE UM NADADOR PARA A CURVA DO TEMPO EM TESTE DE 30S MÁXIMOS EM NADO ATADOS. AS SETAS REPRESENTAM À FORÇA MÁXIMA E PICO MÍNIMO.

Fonte: Mourouço et al., (2009).

## 2.5. ASSIMETRIAS ENTRE HEMICORPOS

A modalidade de canoagem em especial com o uso das embarcações de caiaque é um exercício descrito como alternado, cujo desempenho depende da proficiência de cada segmento em gerar força propulsiva, todavia, a alternância de remada não garante uma simetria de propulsão (ALBERTY et al., 2009;

CHOLLET et al., 2000; OLIVER et al., 2008; SEIFERT et al., 2005; TOURNY-CHOLLET et al., 2009). Assimetrias cinéticas e cinemáticas têm sido observadas, embora pesquisadores não determinem sua causalidade, déficit de controle motor, integridade física, dominância, ou fatores externos como a respiração (SEIFERT et al., 2005).

A dominância do membro superior e inferior, na canoagem competitiva não parece ter sido assunto de muitos estudos científicos. A mensuração dos diferentes padrões, velocidades e forças do nado entre hemicorpos poderiam fornecer informações valiosas para melhorar eficiência do ciclo de remada, em especial as embarcações de canoa que utilizam remadas unilaterais, especialmente no caso de canoístas que mostram diferenças notáveis de força entre membros. Estas informações também podem provar-se importantes durante os estágios evolutivos dos jovens canoístas, uma vez que a frequência com a qual as crianças usam umas das mãos em detrimento da outra, aumenta com a idade (COLWIN, 2000). Outro fato normalmente desprezado é o de que a maioria das pessoas também possui membro inferior dominante, o que explica parcialmente porque alguns canoístas são incapazes de conseguir uma simetria na navegação em canoagem competitiva.

## 2.6. ASSIMETRIA DE COORDENAÇÃO ENTRE HEMICORPOS.

A coordenação assimétrica bilateral entre o corpo e as fases da remada não tem sido muito explorada em evidências científicas principalmente em relação com o desempenho. Foi desenvolvido por Chollet, *et al.*, (2000) o índice de coordenação (IDC) baseado na análise de vídeos sincronizados para braço direito e esquerdo para natação, muito interessante e podendo ser aplicado com adaptações para a modalidade de canoagem, onde este indicativo caracteriza a coordenação da ação de um braço em relação a outro, medindo tempo de latência entre fases propulsoras da braçada (CHOLLET et al., 2000). Na canoagem as fases da remada são distinguidas em quatro fases:

- a) Entrada/ Ataque/Agarre da pá do remo na água: corresponde ao período da entrada da pá na água e o início de seu movimento acontece de cima para baixo, é primeira fase propulsiva, responsável pela elevação da taxa de desenvolvimento de força e está intimamente

ligada nos resultados da próxima fase (manutenção do impulso gerado), pois existem componentes horizontais e verticais nessa fase que geram energia propulsiva. O Ataque do remo na água deve acontecer com ângulo mais próximo de  $45^\circ$  entre a pá do remo e a lâmina da água para melhor aproveitamento das resultantes de força.

- b) Tração: esta fase corresponde ao tempo que separa o início do movimento da pá para trás e sua chegada ao plano vertical da lâmina da água. É o momento em que se mantém por maior tempo o remo em posição vertical em relação à lâmina da água, é a fase que deve gerar o maior impulso.
- c) Saída: é o momento de saída da pá da água, onde existem forças resultantes propulsivas, das componentes horizontais e verticais. A saída do remo na água deve acontecer com ângulo mais próximo de  $45^\circ$  entre a pá do remo e a lâmina da água para melhor aproveitamento das resultantes de força.
- d) Recuperação: ponto em que a pá está fora da água, até a reentrada na água, ou seja, fase aérea. Essa fase é uma fase de acumulação de energia, pois o ataque deve ser aplicado com máxima força e com velocidade descendente.

## 2.7. ASSIMETRIA DE APLICAÇÃO DE FORÇA ENTRE HEMICORPOS.

Observações em diferenças nas distâncias entre pontos de entrada e saída da pá direita e esquerda na navegação levaram a implicação da dominância de um braço sobre o outro, fato provavelmente relacionado com diferença de força entre os braços. Assimetrias podem estar relacionadas a diferenças nos papéis funcionais dos membros superiores, sendo o membro dominante usado principalmente para propulsão e o não dominante para controle e suporte (PSYCHARAKIS et al., 2008). A investigação da simetria em função das forças aplicadas é importante por orientar treinamentos compensatórios que visem evitar instabilidade de articulação do ombro (CHOLLET et al., 2000) responder a

assimetrias excessivas (SEIFERT et al., 2005) além de reduzir risco de fadiga prematura por um dos segmentos. Estudos dedicados à avaliação simétrica de aplicação da força de forma específica são escassos, RA parece ser uma alternativa metodológica eficaz para mensuração desta variável.

## 2.8. ASPECTOS BIOLÓGICOS DA CANOAGEM

Com o pensamento voltado para a prática da modalidade, em alto rendimento, vários estudos têm procurado investigar as características físicas de atletas de elite na tentativa de explicar o desempenho atlético. Esses estudos têm buscado relacionar as características físicas com sucesso ou fracasso esportivo (DAVID et al., 2003; GOBBO, 2003; GOBBO et al., 2002; KEMECSEY, 1971; PENDERGAST et al., 1989; SZANTO, 2004; ZAMPARO et al., 1999). Alguns desses estudos têm confirmado a estreita relação entre o tipo físico e o desempenho atlético (PARIZKOVA, 1987; SADLY et al., 1984). Desse modo, treinadores, preparadores físicos e pesquisadores tem se empenhado em adequar o perfil antropométrico às exigências específicas de cada modalidade, com a finalidade de rendimentos máximos.

Os estudos desenvolvidos sobre a canoagem procuraram caracterizar o perfil antropométrico de atletas (GOBBO et al., 2002), avaliar indicadores de aptidão física específica para a modalidade, bem como tratar de aspectos bioenergéticos associados a esforços submáximos, máximos sob as condições laboratoriais. (PENDERGAST et al., 1989; ZAMPARO et al., 1999).

Muitos estudos têm reportado alterações de variáveis fisiológicas ( $VO_{2máx}$ , lactato, glicose mínima) e bioquímicas (hemograma, eritrograma, CK e LDH entre outros) imediatamente após uma prova de curta duração (CLEAVE, 2001; GLEESON, 2002; GRANDJEAN et al., 2000; HALSON, 2002; KONIG, 1998; NEUMAYR, 2002; ROHDE, 1996; SPEEDY, 1999; WARBURTON, 2002; YU, 1999).

A modalidade de canoagem velocidade pode ser caracterizada como provas de curta duração, em que aumentam a atividade de grande número de enzimas que regulam os processos metabólicos. Esses processos vêm sendo estudadas ao longo do tempo. Os fatores que limitam a capacidade anaeróbia máxima são pontos principais nesses estudos (VANDEWALLE et al., 1991). A influência da atividade de

resistência sobre os parâmetros bioquímicos do plasma é interessante e esta sendo amplamente estudada em provas de maratona, esquiadores de longa distância, nadadores e ciclismo. Na modalidade de canoagem é dada menos atenção às respostas bioquímicas nos exercícios (LUTOSLAWSKA et al., 1990b; PENDERGAST et al., 1989).

Praticamente todas as reações no organismo são mediadas por enzimas, que são proteínas catalisadoras que aumentam a velocidade das reações metabólicas. Entre as enzimas musculares que podem ser afetadas, destaca-se a Creatina Quinase (CK) – que age de forma catalisadora na reação de degradação da Fosfocreatina, durante a transformação de ADP em ATP - e o Lactato Desidrogenase (LDH) – enzima que catalisa a redução do Piruvato em Lactato, durante a glicólise anaeróbica (LECKER et al., 1999; LUTOSLAWSKA et al., 1990b).

O metabolismo também responde ao exercício prolongado intenso com alterações nas concentrações de Uréia (produto final do metabolismo protéico) Ácido Úrico (substrato final do metabolismo das purinas nos rins) e nos valores aumentados de Creatinina no sangue (avaliação da degradação protéica, mais tardia que a Uréia) (LUTOSLAWSKA et al., 1990b).

Os níveis hematológicos preditores de anemia e/ou alterações no transporte de oxigênio para as células ativas durante o exercício, também podem ser visualizados pelo aumento da contagem de células vermelhas e diminuição da concentração de Hemoglobina, da concentração de Ferro Sérico total e da Ferritina (RIETJENS, 2002) e os precursores que detectam sobrecarga do sistema imunológico sob o efeito de exercício intenso, como a elevação acima do limiar da contagem de Leucócitos. O número circulante de Leucócitos e as capacidades funcionais destas células podem aumentar consideravelmente após cargas repetidas de exercício prolongado e intenso (REID, 2004; RISOY, 2003). Uma marcante elevação no número de Leucócitos circulantes no sangue geralmente encontrado em atletas engajados em treinamento intensivo (LONG et al., 1990; RISOY, 2003; ROHDE, 1996; WU, 2004).

Há, também, mudanças do perfil lipídico, analisados pelas concentrações de: triacilgliceróis, colesterol total e suas frações: HDL, LDL, VLDL (YU, 1999). Em geral, os exercícios de alta intensidade reduzem as concentrações plasmáticas de triacilgliceróis, aumentam as de lipoproteínas de alta densidade, representadas pela HDL, e diminuem discretamente as de lipoproteínas de baixa densidade, LDL. Meta-

análise de 66 estudos investigando os efeitos do exercício (treinamento resistido por seis semanas) sobre os lipídios e lipoproteínas do sangue, concluiu que houve redução média de 10mg/% de colesterol total, 15,8mg/% de triacilgliceróis, 5,1mg/% de LDL e aumento médio de 1,2mg/% de HDL (TRAN et al., 1983).

Outros fatores intervenientes no desempenho são as quedas das concentrações de eletrólitos importantes no processo de contração/relaxamento das fibras musculares durante o exercício e, concomitante perda hídrica (O'TOOLE et al., 1995), verificou alterações nas concentrações de cálcio (LONG et al., 1990), potássio (KONIG, 1998; SPEEDY, 2000) e Sódio (GLACE et al., 2002; MUTH, 2005).

Warburton *et al.* (2002) revisaram alterações bioquímicas após o exercício prolongado extenuante e mostraram leve hipocalemia imediatamente após a competição do Ironman e do Ultra Triathlon. Essa modificação dos parâmetros deve ser devido a reutilização do potássio dentro do músculo após o exercício, como resultado da contínua estimulação de catecolaminas da bomba Na/K ATPase, na diminuição do metabolismo anaeróbico ou isquemia muscular. A resultante hipocalemia pode ser explicada pelo aumento do fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos e/ou pelo aumento da acidose intracelular. No entanto, após uma maratona foi reportada leve hipercalemia, que pode ser explicada pelo fato do exercício induzir a liberação de potássio do ambiente intracelular para o espaço extracelular.

O sódio é o principal eletrólito que sofre alterações ao exercício prolongado submáximo. Por ser o maior cátion do fluido extracelular, sua queda abaixo das concentrações normais ( $\text{Na}^+ < 135 \text{mmol/l}$ ) resulta na liberação de fluídos para o espaço intracelular, com conseqüente edema celular, hemodiluição e alto risco metabólico fatal (WARBURTON, 2002; WITTBRODT, 2003). Após uma competição de resistência, 18% dos atletas (58 indivíduos) que terminaram a prova apresentavam estado hiponatêmico, no entanto somente 31% desses atletas (11 indivíduos) apresentavam hiponatremia severa abaixo de 130 mmol/l e precisavam de cuidados médicos após o término da prova (SPEEDY, 1999).

A desidratação observada pela diminuição do peso corporal também é fator a ser considerado durante prova submáxima, visto que redução acima de 2% do peso corporal compromete o desempenho físico, e decréscimo de 5% pode colocar o indivíduo em risco de vida por desidratação severa (WITTBRODT, 2003).

A monitoração bioquímica do treinamento é importante, pois é constituída a base para se aumentar o desempenho específico do atleta no evento esportivo. As

adaptações podem ser significativas para explorar a efetividade do treinamento. Treino efetivo é a adaptação estrutural-enzimática das células, evocada pelas alterações metabólicas e hormonais durante e após uma sessão de treinamento ou evento competitivo. As informações obtidas pelas mensurações devem ser entendíveis, isto é, devem ter base científica que possibilitem alterações corretivas no design do treinamento (VIRU et al., 2001).

Acredita-se que detectando as variáveis que sofrem tais alterações e o momento que as mesmas ocorrem, possam sugerir meios profiláticos, para que tais quedas ou sobrecargas possam ser minimizadas por meio de treinamento mais específico e/ou nutrição mais adequada pré, durante e pós-competição, visando melhor desempenho atlético.

## 2.9. O $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METILBUTIRATO (HMB).

Leucina é encontrada em muitas fontes protéicas da dieta e é considerada essencial para a construção de proteínas em todos os tecidos. Nissen *et al.*, (1996) e Panton *et al.*, (1998) propuseram que sobre situações de estresse, tanto animais quanto humanos, não podem ingerir ou sintetizar as quantidades de HMB necessárias para suprir a demanda dos tecidos. Hipótese de que o HMB possa ser suplemento efetivo em maximizar o crescimento e prevenir a perda muscular durante situações de alto estresse vem sendo testada (NISSEN et al., 1997a).

Para Smith *et al.*, (2004) em experimentos *in vitro*, demonstraram que o HMB tem a capacidade de diminuir a expressão de genes do sistema proteossoma ubiquitina-ATP dependente, induzida pelo PIF (Fator de Indução de Proteólise), em miotubulos de roedores, o que diminuiria a proteólise muscular (SMITH et al., 2004). Contudo, o mecanismo correto pelo qual o HMB poderia interferir no metabolismo protéico ainda é desconhecido. Alguns autores utilizaram HMB em conjunto com arginina e glutamina, na tentativa de reverter o quadro de perda muscular esquelética observada em pacientes com câncer (MAY et al., 2002) e síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS) (CLARK et al., 2000). Em ambos os estudos, o grupo suplementado apresentou aumento de massa livre de gordura quando comparado ao placebo. Nestes trabalhos, os autores atribuíram o aumento da massa livre de gordura ao efeito anticatabólico do HMB associado ao aumento da síntese protéica causado pelos aminoácidos glutamina e arginina. No entanto, houve

dificuldade, por parte dos autores, em caracterizar qual dos compostos administrados (HMB, glutamina e arginina) teve maior participação no resultado obtido.

## 2.10. METABOLISMO DO B-HIDROXI-B-METILBUTIRATO (HMB)

Estudos feitos em animais mostraram que o HMB é sintetizado, primeiramente, a partir do  $\alpha$ -cetoisocaproato (KIC) no fígado, ou seja, é subproduto do metabolismo da leucina. Aproximadamente, 5% da leucina oxidada são convertidas em HMB (VAN KOERING et al., 1992), além de ser produzida endogenamente no fígado de animais e humanos (SIWICKI et al., 2000). HMB pode ser encontrado nos alimentos de origem animal e vegetal, como, por exemplo, alfafa, toranja, peixe bagre e até mesmo no leite materno, estando também disponível comercialmente como suplemento nutricional.

Especulou-se que o aminoácido de cadeia ramificada leucina e seus metabólitos poderiam estar envolvidos na modulação do sistema imunitário de animais, além de regular o metabolismo proteico. (NONNECKE et al., 1991; VAN KOERING et al., 1992). Contudo, o que tem sido observado é que apenas um de seus metabólitos, o HMB, seria o responsável pelos efeitos positivos sobre o metabolismo protéico (NISSEN et al., 1996b; OSTASZEWSKI et al., 1994; PETERSON et al., 1996).

A teoria da suplementação ocorre no citosol dos hepatócitos e das células musculares, o HMB é primeiro convertido em  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilglutaril coenzima A (HMG-CoA) e pode seguir dois caminhos metabólicos distintos. O primeiro ocorre por meio da ação da enzima chamada HMG-CoA redutase, a qual converte HMG-CoA em colesterol. O segundo ocorre por meio da enzima HMG-CoA sintetase que converte HMG-CoA em acetil-CoA, que é substrato para geração de energia (Figura 2).

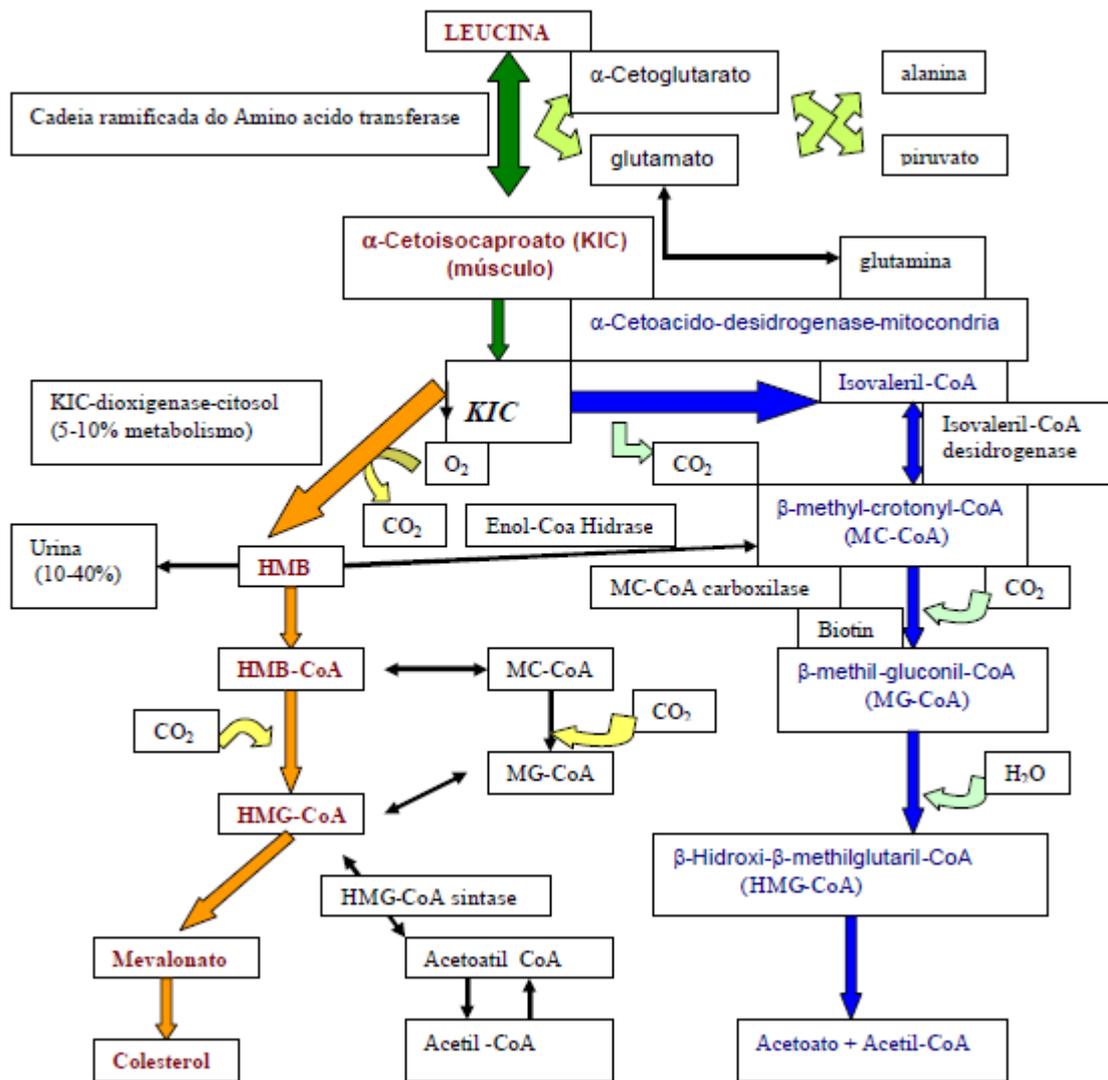


FIGURA 2.2 – METABOLISMO DO  $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METILBUTIRATO (HMB), LEUCINA, A-CETOISOCAPROATO (KIC) EM HUMANOS. A LEUCINA É TRANSAMINADA A KIC O QUAL PODE SER CONVERTIDA A HMG-CoA OU OUTROS PRODUTOS.

Fonte: Nissen et al.,(1997).

Quando há grande demanda para a síntese de colesterol, tal como ocorre nos períodos de rápido crescimento celular ou reconstituição de membranas, o HMG-CoA pode ser limitado. As células musculares estressadas ou danificadas não são capazes de produzir quantidades suficientes de HMG-CoA, comprometendo a síntese de colesterol adequada para as funções celulares (SIWICKI et al., 2000). Desse modo, o HMB poderia fornecer a quantidade necessária de HMG-CoA para a síntese de colesterol e a subsequente reparação de membrana durante os períodos de estresse muscular aumentado (OSTASZEWSKI et al., 2000; SIWICKI et al., 2004).

De acordo com a revisão de literatura de Slater *et al.*, (2000) há especulações de que o HMB possa regular o metabolismo protéico, por desempenhar algum efeito sobre receptores celulares de cortisol, testosterona, hormônio do crescimento, fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) e insulina, ou pela modulação de enzimas responsáveis pelo catabolismo do tecido muscular. Apesar disso, a suplementação de HMB não mostrou alteração nas concentrações plasmáticas de cortisol, testosterona, IGF-1 e insulina. Os efeitos da suplementação de HMB em receptores hormonais, atividade específica de proteases e respostas de fase aguda não foram diretamente avaliados (SLATER *et al.*, 2000).

De qualquer forma, parece que o maior benefício do HMB reside na redução do catabolismo protéico, o que, conseqüentemente, resultaria em ganhos maiores no volume muscular e na força quando combinado com treinamento contra-resistência. Até o momento, no entanto, nenhum mecanismo fisiológico foi completamente elucidado a respeito dos efeitos do HMB sobre a proteólise.

O HMB é precursor de colesterol via HMG-CoA, assim pode-se sugerir que as modificações na síntese de colesterol poderiam produzir alterações nas concentrações de colesterol sanguíneo. Nissen *et al.* apud (SIWICKI *et al.*, 2000) reuniram nove estudos com duração de três a oito semanas, nos quais homens e mulheres jovens e idosos, com prática ou não de treinamento contra-resistência, foram suplementados com 37,5 mg/dia/kg de HMB por dia. Observou-se que sujeitos com concentrações sanguíneas elevadas de colesterol total (>200mg/dL), suplementados com HMB, apresentaram redução de 5,8% ( $p < 0,05$ ), comparados com o grupo não suplementado. Da mesma forma ocorreu com sujeitos que tinham menores concentrações de colesterol total (<200mg/dL), nos quais a redução não foi significativa. Isso sugere que o HMB seria mais efetivo em reduzir o colesterol quando suas concentrações sanguíneas se encontram acima de 200mg/dL, o que se associa com o risco aumentado de doenças cardiovasculares.

Há poucos estudos disponíveis sobre os efeitos de HMB sobre a lipídemia. A limitada informação sobre o efeito hipolipêmico deste suplemento provém de observações de Nissen e seus colaboradores (1997), as quais nunca foram confirmadas por outros pesquisadores. O estudo feito por Gallagher *et al.* (1999), com duração de oito semanas, incluindo homens destreinados participando de programa de treinamento contra-resistência, não apoiou tais achados, uma vez que nenhuma

diferença significativa foi observada na colesterolemia após a suplementação e o treinamento.

Embora seja claro que o HMB possa ser convertido em colesterol, o mecanismo por meio do qual sua suplementação foi capaz de reduzir as concentrações sanguíneas não é conhecido (GALLAGHER et al., 2000).

A literatura atual, a suplementação de HMB parece não oferecer efeitos negativos. Parâmetros tais quais indicadores de função hepática, renal e hematológica não parecem ser alterados com o consumo diário de até seis gramas de HMB (GALLAGHER et al., 2000) tendo ainda o suporte do Comitê Olímpico Internacional (IOC) que o classifica como substância legal.

## 2.11. TREINAMENTO DE FORÇA E HMB

Segundo Farrell *et al.* (2000), a estimulação da síntese protéica, após sessão de treinamento de força, está associada com o aumento da atividade do eIF2B. Kimball *et al.*, (2002) relataram que os mecanismos pelos quais o treinamento de força aumenta a atividade do eIF2B ainda não são conhecidos, mas tem sido demonstrado que não existe relação com as mudanças na concentração plasmática de hormônios como insulina e corticosterona, ou com a quantidade de RNA muscular, induzidas pelo exercício em ratos (KIMBALL et al., 2002).

O TNF- $\alpha$  pode estar envolvido no aumento da proteólise muscular. Em trabalho com indivíduos idosos, (KERN et al., 1995) constataram que o exercício de força diminui a quantidade de TNF- $\alpha$  produzido pelo músculo e aumentou a taxa de síntese protéica. Outra observação sobre o TNF- $\alpha$ , é que este está inversamente relacionado com a expressão da enzima lipase-liporotéica (LPL) (KERN et al., 1995). A LPL é abundantemente expressa na musculatura esquelética sadia e esta expressão são reguladas pelo exercício (SEIP et al., 1997b). O exercício de força, por aliviar o efeito inibitório do TNF- $\alpha$  sobre a expressão da LPL e sobre a síntese protéica, pode permitir a síntese de novas proteínas e prover o músculo com importante recurso energético, como os ácidos graxos.

## 2.12. HMB EM RELAÇÃO À FORÇA E HIPERTROFIA

Os primeiros estudos sobre os efeitos do HMB sobre o metabolismo muscular foram feitos com animais (OSTASZEWSKI et al., 1996). Foram examinadas as taxas de proteólise e de síntese protéica, em ratos e galinhas, e observaram reduções médias de 18% ( $p < 0,05$ ) nas taxas de proteólise em fibras musculares cultivadas com HMB a 1mM, em ambos os animais. A síntese protéica foi aumentada em, aproximadamente, 6%, porém de forma não significativa.

Em indivíduo sadio, existem mecanismos que regulam a quebra de proteínas musculares, no sentido de poupar os estoques de nitrogênio e preservar o tecido muscular, para que não exista perda funcional (BARACOS, 2001; TISDALE, 2001). Entre estes mecanismos estão a diminuição do gasto energético basal e o aumento da oxidação de lipídios para obtenção de energia. Portadores de tumor, geralmente, não apresentam estas adaptações e continuam a utilizar suas proteínas musculares como fonte de aminoácidos para a gliconeogênese hepática em taxas elevadas (ARGILÉS et al., 1997).

São três as vias responsáveis pelo catabolismo das proteínas no músculo esquelético: o sistema lisossomal, o qual é responsável predominantemente pela quebra de proteínas extracelulares, como os receptores de membrana (LECKER et al., 1999); o sistema citosólico ativado pelo cálcio, independente de ATP, o qual pode representar papel importante na destruição tecidual, necrose e autólise. (GOLL et al., 1992); e o sistema ubiquitina-ATP dependente, o qual se acredita ser o responsável pela quebra do conjunto de proteínas intracelulares no músculo esquelético (LECKER et al., 1999).

O estudo de (LORITE et al., 1998), mostrou que o sistema proteossoma ubiquitina-ATP dependente é responsável pela perda de músculo esquelético em camundongos caquéticos. Neste sistema, proteínas são marcadas para degradação pela ligação com a ubiquitina, o que requer a atividade de três enzimas. A proteína poliubiquitinada é então degradada em complexo formado por multissubunidades, o proteossoma 26S, estrutura em forma de tubo constituído por quatro anéis, duas  $\alpha$  nas extremidades e duas  $\alpha$  na região central. O proteossoma libera pequenos oligopeptídeos contendo de seis a nove resíduos de aminoácidos que são rapidamente degradados a aminoácidos pelas peptidases citosólicas (TISDALE,

2001). Na Figura 3 está representado esquematicamente o funcionamento do sistema proteossoma ubiquitina-ATP dependente.

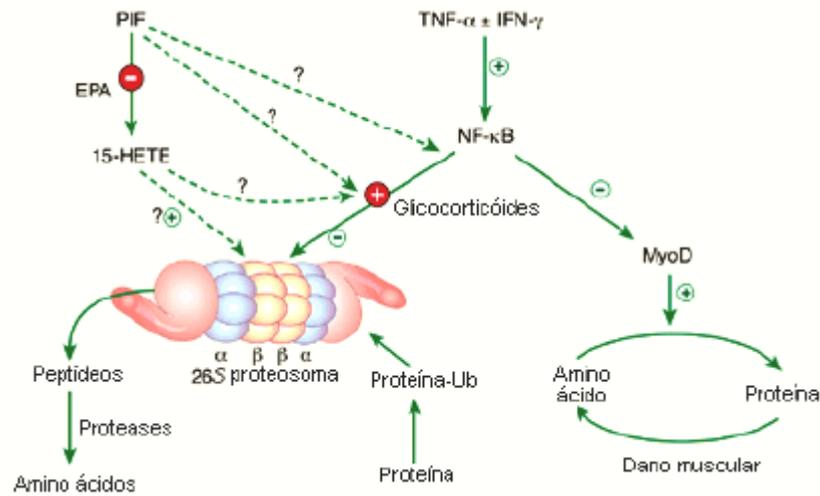


FIGURA 2.3 – SISTEMA PROTEOSSOMA UBIQUITINA-ATP DEPENDENTE.  
Fonte: Tisdale (2001).

Quando a proteólise, por intermédio do sistema ubiquitina-proteossoma, está acelerada no músculo, geralmente há aumento paralelo da produção de mRNAs das enzimas desta via (LECKER et al., 1999). Inibindo a expressão de uma única subunidade do proteossoma, o número de proteossomas fica diminuído, bem como a atividade proteolítica e a degradação protéica (GRUNE et al., 1998). Citocinas como TNF- $\alpha$ , IL-1 e IFN- $\gamma$  podem induzir a expressão do mRNA da ubiquitina em músculo esquelético de ratos (LLOVERA et al., 1998a; LLOVERA et al., 1998b). Além disso, o TNF- $\alpha$  quando administrado em conjunto com o interferon- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ), ativa a transcrição do fator denominado NF- $\kappa$ B (TISDALE, 2000). O NF- $\kappa$ B inibe a expressão de outro fator o MyoD, o qual é essencial para a diferenciação das células musculares esqueléticas, para o reparo de tecidos danificados e também pode ser muito importante para a recuperação da musculatura debilitada (MEGENEY et al., 1996). A Figura 4 ilustra resumidamente estas interações.

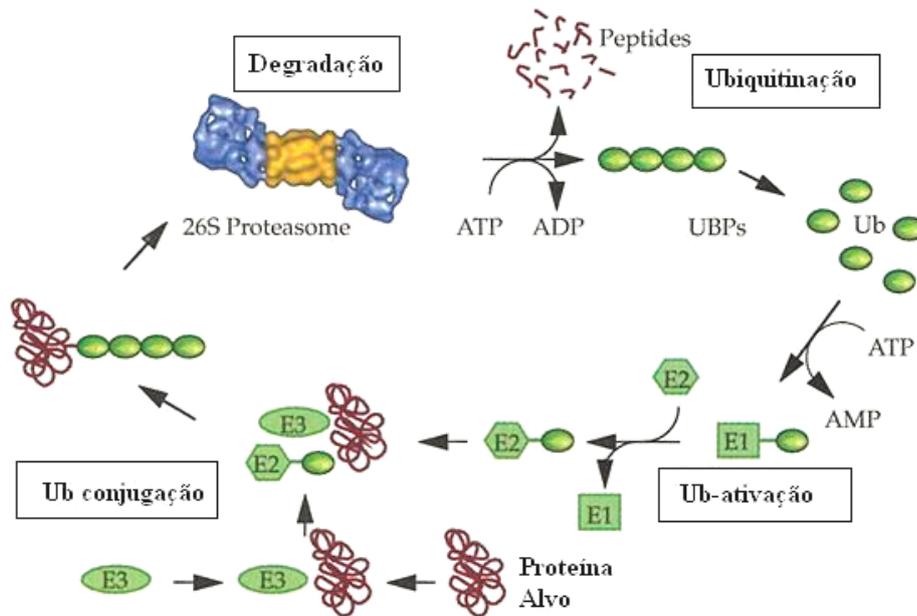


FIGURA 2.4 – REGULAÇÃO DO SISTEMA PROTEASSOMA UBIQUITINA-ATP DEPENDENTE POR CITOCINAS E FATORES DE TRANSCRIÇÃO.  
Fonte: Tisdale, (2001).

Durante a vida as células ficam expostas a diversos danos externos, como radiação, metabólitos tóxicos e outros processos de perda de conformação e, portanto, de funcionalidade proteica; caso uma proteína sofra algum desses danos, ela pode voltar a sua conformação nativa por atividade das HSPs, se isso não for possível, Hsp70/ Hsp40 podem, em atividade alternativa, ajudar no reconhecimento da proteína anormal por meio da interação de sítios específicos de sua própria estrutura com carboxyl terminus of HSP-interacting protein (CHIP), proteína que inibe o refoldinge catalisa a ubiquitinação da estrutura, marcando-a para ser levada até o proteossoma.

Fator que induz a proteólise muscular (PIF) foi isolado em indivíduos portadores do MAC-16, adenocarcinoma de roedores (TODOROV et al., 1996). O PIF, produzido por este tumor, também foi encontrado na urina de pacientes com carcinoma de pâncreas, fígado, reto, cólon, mama, pulmão e ovário. Todos estes pacientes apresentavam perda de peso maior ou igual a 1 kg por mês (TODOROV et al., 1999). Fatores tumorais como o PIF, elevam a produção das subunidades do proteossoma 26S pela expressão de um intermediário denominado ácido 15-

hidroxieicosatetraenóico (15-HETE) (TISDALE, 2000), ação que pode ser reprimida pela administração de ácido eicosapentaenoico (EPA) (WHITEHOUSE et al., 2001).

A fadiga generalizada é componente que pode ser visto como contribuidor, mas também como consequência da perda de tecido muscular. Atrofia muscular leva a astenia e fraqueza. Isto faz com que os indivíduos afetados apresentem baixo nível de atividade física. A inatividade muscular leva a maior descondicionamento muscular e atrofia por desuso, o que pode agravar a sensação de fadiga em pacientes com câncer (AL-MAJID et al., 2001)

### 2.13. SÍNTESE PROTÉICA DIMINUÍDA

Autores advogam que a perda de tecido muscular em indivíduos caquéticos não está associada somente ao elevado índice de catabolismo protéico (DWORZAK et al., 1998; TISDALE, 2001). Estes mesmos autores propõem a existência de diminuição da taxa de síntese protéica no tecido muscular esquelético. O estudo de (GUTTRIDGE et al., 2000) corroboram esta ideia, pois demonstraram que o TNF- $\alpha$  é potente ativador do NF-kB, o qual inibe a expressão de MyoD, que estimula o reparo celular e conseqüentemente, a síntese protéica.

Alguns indivíduos portadores de tumor podem apresentar resistência periférica à insulina (TAYEK, 1992), ou ainda diminuição da produção de insulina. Isto geralmente vem acompanhado de aumento dos hormônios contrarreguladores catabólicos como: catecolaminas, cortisol e glucagon (BARACOS, 2001; COSTELLI et al., 1999). Essa situação pode alterar o estado energético do músculo, e, as concentrações reduzidas de ATP e creatina-fosfato podem diminuir a síntese protéica (KIMBALL et al., 2002). A diminuição da atividade da enzima lipase-lipoprotéica (LPL), encontrada em indivíduos com câncer, pode contribuir para diminuição dos estoques energéticos musculares. Sem a atividade da LPL, a quebra dos lipídios plasmáticos fica prejudicada e desta maneira, o tecido muscular não consegue captar esse substrato, que poderia ser utilizado para produção de energia (VLASSARA et al., 1986).

Argilés *et al.* (1997) relataram que o transporte de aminoácidos para dentro do músculo esquelético também está prejudicado durante o crescimento tumoral, pois está relacionado com sensibilidade à insulina. Segundo Kimball; Farrel; Jefferson (2002) existe necessidade de insulina e aminoácidos para que seja estimulada a

iniciação da tradução, que é passo determinante da síntese protéica no músculo esquelético.

Indivíduos com câncer apresentam altas concentrações séricas de IL-1, a qual bloqueia a liberação do hormônio luteinizante (LH) (KALRA et al., 1998). Isto causa a diminuição das concentrações séricas de testosterona, o que diminui o anabolismo protéico muscular (MORLEY, 2001). Na Figura 5 está representado o metabolismo protéico muscular.

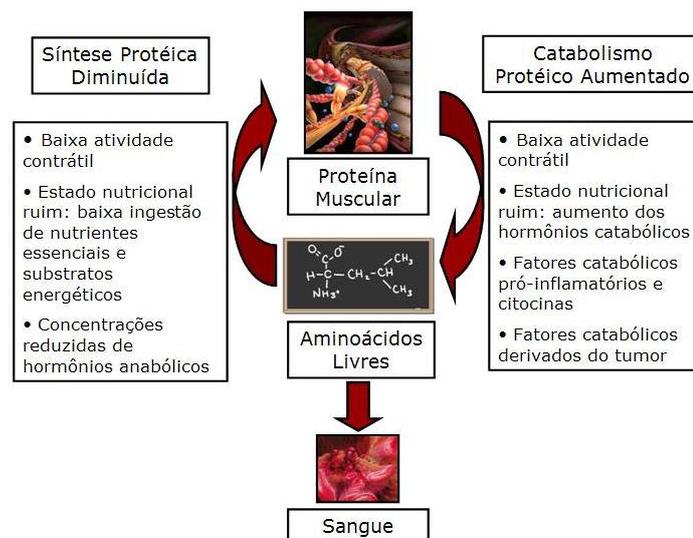


FIGURA 2.5 – METABOLISMO PROTÉICO MUSCULAR NO INDIVÍDUO CAQUÉTICO.

Fonte: Nunes, (2005).

## 2.14. TREINAMENTO DE FORÇA E AUMENTO DA SÍNTESE PROTÉICA MUSCULAR

Os passos iniciais da tradução do mRNA são regulados por proteínas citosólicas conhecidas como fatores eucarióticos de iniciação (eIFs). Estes fatores facilitam a formação do complexo de tradução por uma série de reações coletivamente denominadas de “cadeia de iniciação peptídica”. O alongamento e o término da cadeia peptídica também são importantes no controle da síntese protéica, no entanto, em muitas condições, incluindo diabetes (KIMBALL et al., 1994) e exercício (BAAR et al., 1999), o controle da cadeia de iniciação peptídica pode ser passo limitante para o início da síntese protéica (FARRELL et al., 2000).

A estimulação da síntese protéica, após sessão de treinamento de força, está associada com o aumento da atividade do eIF2B (FARRELL et al., 1999). Kimball; Farrel; Jefferson (2002) relataram que os mecanismos pelos quais o treinamento de força aumenta a atividade do eIF2B ainda não são conhecidos, mas tem sido demonstrado que não existe relação com as mudanças na concentração plasmática de hormônios como insulina e corticosterona, ou com a quantidade de RNA muscular, induzidas pelo exercício em ratos.

O TNF- $\alpha$  pode estar envolvido no aumento da proteólise muscular. Outra observação sobre o TNF- $\alpha$ , é que este está inversamente relacionado com a expressão da enzima lipase-lipoprotéica (LPL) (KERN et al., 1995). A LPL é abundantemente expressa na musculatura esquelética sadia e esta expressão é bastante regulada pelo exercício (SEIP et al., 1997a;1997b). O exercício de força, por aliviar o efeito inibitório do TNF- $\alpha$  sobre a expressão de LPL e sobre a síntese protéica, pode permitir a síntese de novas proteínas e provir o músculo com importante recurso energético, os ácidos graxos (CROWE et al., 2003).

Outro fator que pode influenciar o *turnover* protéico muscular é a ação das prostaglandinas. Estas são sintetizadas por vários tipos celulares, entre estes a célula muscular (PALMER, 1990; VANDERBURGH et al., 1995). Especificamente, a PGF<sub>2</sub> estimula, enquanto a PGE<sub>2</sub> tem efeito inibitório sobre síntese protéica muscular (VANDERBURGH et al., 1995). A produção de prostaglandinas é regulada em dois níveis: 1) pelo controle da atividade de várias lipases como as: A2, C e D (VANDERBURGH et al., 1993), que liberam o ácido araquidônico, precursor de prostaglandinas, dos fosfolipídeos de membrana e 2) pelo controle da atividade das enzimas que convertem o ácido araquidônico em prostaglandinas, as ciclooxigenases (HERSH et al., 2000).

Trappe *et al.* (2001), demonstraram que o treinamento de força excêntrico, provoca aumento na produção de PGF<sub>2</sub> e também da síntese protéica em tecido muscular esquelético humano. Estes efeitos foram atenuados quando inibidores de ciclooxigenase foram administrados. Em adição, foi demonstrado que o exercício e a sobrecarga ativam cascata de sinalizações na musculatura esquelética (ARONSON et al., 1998; FLUCK et al., 1999). Em uma revisão (CARSON et al., 2000), focaram a participação da sinalização desenvolvida pelas integrinas mediando à expressão gênica no processo de hipertrofia muscular estimulada pela sobrecarga e estiramento. As integrinas são conhecidas por trabalharem como sensores primários para a

retransmissão de sinais físicos e mecânicos do ambiente circundante para o interior da célula, o que permite então resposta celular apropriada.

A função sensitiva da família das integrinas pode ser cumprida, porque estas são proteínas associadas à membrana, envolvidas na manutenção das interações célula-célula e célula-matiz extracelular (INGER, 1997). As integrinas são uma família de glicoproteínas heterodiméricas constituídas de subunidades  $\alpha$  e  $\beta$ . Múltiplas isoformas das subunidades e a ocorrência de *splicing* alternativos do mRNA, dão grande diversidade a esta família (CLARK et al., 1995). O estiramento e a sobrecarga imposta às células musculares esqueléticas gera cascata de sinalizações envolvendo integrinas, outras proteínas e fatores que como resultado final estimulam a síntese protéica (CARSON et al., 2000). Na Figura 6 estão representados alguns dos mecanismos citados.

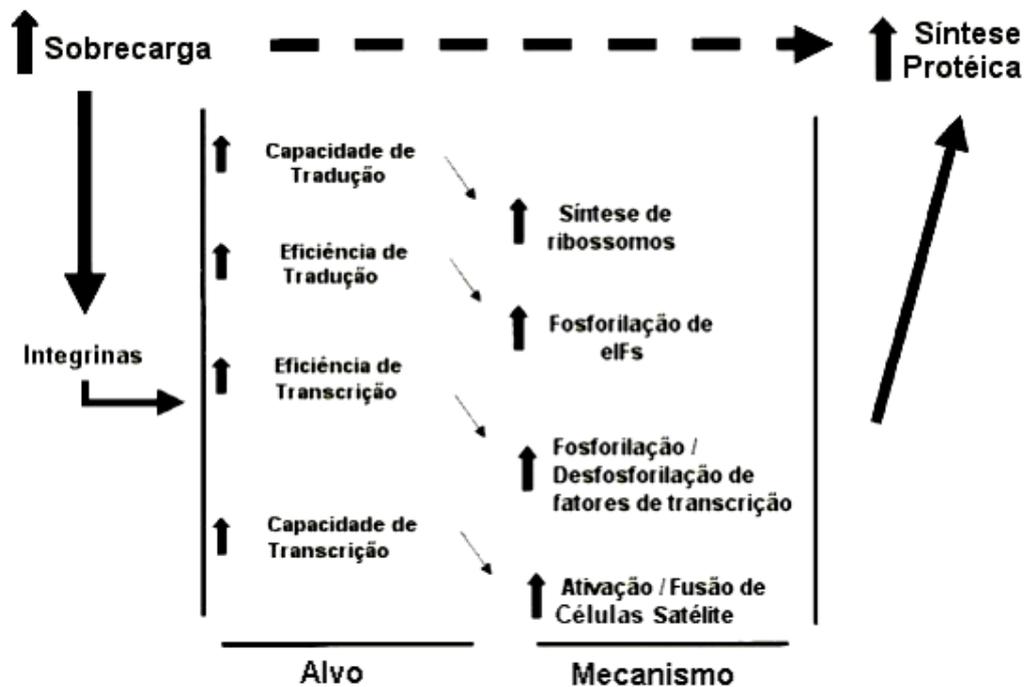


FIGURA 2.6 – INTEGRINAS E OUTRAS PROTEÍNAS NAS CASCATAS DE SINALIZAÇÕES DESENCADEADAS PELA APLICAÇÃO DE SOBRECARGA À CÉLULA MUSCULAR.

Fonte: Carson et al., (2000).

Uma sessão de treinamento de força pode aumentar significativamente a secreção de testosterona e hormônio do crescimento (GH) em indivíduos do sexo masculino e apenas a secreção de GH nos do sexo feminino (KRAEMER et al., 1991).

Estes são fatores que podem favorecer muito o anabolismo protéico muscular (BARACOS, 2001).

O aumento da sensibilidade à insulina é observado na musculatura exercitada, o que não acontece no músculo inativo (WOLTASZEWSKI et al., 2002). Autores (FLUCKEY et al., 2001) demonstraram que a taxa de síntese protéica estava aumentada na musculatura submetida ao exercício de força excêntrica, fato este relacionado ao aumento da sensibilidade à insulina, segundo os autores.

Estudos têm demonstrado que a ingestão de refeições, contendo proteínas, pode promover aumento na taxa de síntese protéica corpórea total bem como a supressão da degradação protéica (BIOLO et al., 1992a; DE FEO et al., 1992b; GAUTSCH et al., 1998a). Este efeito anabólico pode ser atribuído, em parte, ao aumento do aporte de aminoácidos para a musculatura esquelética. Adicionalmente, aminoácidos específicos podem funcionar como moléculas sinalizadoras interferindo no *turnover* protéico. Em particular, o aminoácido de cadeia ramificada, leucina, possui a habilidade de estimular, independentemente, a síntese protéica *in vitro* (ANTONY et al., 2001).

O efeito regulatório da leucina em estimular a síntese e/ou inibir a degradação protéica, em tecidos isolados, tem sido confirmado em vários estudos (ANTHONY et al., 2002). No entanto, o mecanismo pelo qual a leucina altera o *turnover* protéico ainda não está bem descrito. Inibidores da transaminação da leucina (o que não afeta o efeito estimulatório da leucina sobre a síntese protéica) inibem o efeito da leucina sobre o catabolismo protéico. Isto sugere, fortemente, que o efeito sobre a degradação protéica é mediado por algum metabólito da leucina (OSTASZEWSKI et al., 2000).

Metabólito da leucina, candidato a promotor do efeito inibitório sobre o catabolismo protéico, é o  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB). HMB é produto do metabolismo do aminoácido leucina. A partir da transaminação deste aminoácido é formado a-cetoisocaproato, o qual é parcialmente oxidado a  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB) (NISSEN et al., 1997a) (figura 8). Estudos indicam que, em humanos, o HMB diminui, significativamente, o aumento da proteólise induzida pelo exercício, mensurada pela concentração de 3-metilhistidina na urina (NISSEN et al., 1996c). Em adição, a suplementação com HMB tem demonstrado aumentar a massa magra, tanto em humanos quanto em animais (JOWKO et al., 2001; VUKOVICH et al., 2001).



grupo suplementado apresentou ganho de massa muscular esquelética quando comparado ao placebo. Nestes trabalhos os autores atribuíram o aumento da massa muscular ao efeito anticatabólico do HMB, associado ao aumento da síntese protéica causado pelos aminoácidos glutamina e arginina. No entanto, houve dificuldade, por parte dos autores, em caracterizar qual dos compostos administrados teve maior participação no resultado obtido.

## 2.15. SÍNTESE DA REVISÃO

A canoagem é uma modalidade esportiva diferenciada por ocorrer e sofrer as influências do meio líquido. As propriedades físicas da água exercem efeito determinante no desempenho da navegação e o incremento na velocidade de deslocamento do canoísta depende de sua capacidade em maximizar a aplicação de forças propulsoras e minimizar a resistência (arrasto/draga) oferecida pela água. Logo, avaliações específicas no canoísta dentro da embarcação em meio líquido se apresentam como metodologia mais vantajosa no estudo das forças propulsivas empregadas do deslocamento da embarcação. Uma alternativa de avaliação específica que pode ser amplamente utilizada é o teste de remada atada, que monitora continuamente a aplicação das forças propulsivas possibilitando a análise do comportamento da força com a fadiga gerada no decorrer da própria prova durante as ações dos hemicorpos direito e esquerdo. A avaliação de força isolada entre segmentos permite análise de discrepância entre hemicorpos. Estudo sobre assimetrias na canoagem são importantes principalmente por associação com desempenho de alto rendimento. Não foram encontrados na literatura estudos que relatem diferenças de aplicação de força entre segmentos em teste específico na canoagem, assim como o comportamento das assimetrias com a instalação da fadiga no decorrer de uma prova, estando limitado a estudos cinemáticos empregados para descrever diferenças de coordenação entre os hemicorpos durante a navegação. Assim como os efeitos da suplementação de doses de 37,5 mg/dia/kg com HMB não estão elucidados em relação a atletas competitivos de canoagem, sob a melhora na performance, no que diz respeito a composição corporal, ganhos de massa livre de gordura. Desta forma, este estudo tem o propósito de preencher uma lacuna importante na literatura sobre efeitos da

suplementação com HMB em atletas competitivos e sobre assimetrias na aplicação de força entre hemicorpos e relação com desempenho.

Partes dos resultados desse capítulo foram submetidos na Revista Motricidade da Fundação Técnica e Científica do Desporto, com título: VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS EM UMA PROVA DE CANOAGEM.

### **3. VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS EM UMA PROVA DE CANOAGEM.**

#### **3.1. INTRODUÇÃO**

A modalidade de canoagem é subdividida em duas modalidades olímpicas sendo: slalom e velocidade. A primeira é acíclica e têm predominância de vias metabólica anaeróbia glicolíticas e a segunda tem características anaeróbias glicoxidativa (FERREIRA et al., 2005), com tempos que variam aproximadamente de 35 segundos a 4 minutos para as distâncias 200m e 1000m respectivamente. Essas especificidades têm levado evidências científicas pautar estreita relação entre o tipo físico e o desempenho atlético (PARIZKOVA, 1987; SADLY et al., 1984). Desse modo, treinadores, preparadores físicos e pesquisadores têm se esforçado na tentativa de adequar o perfil antropométrico dos atletas às exigências específicas de cada modalidade, com a finalidade de levá-los ao rendimento máximo. Esse conhecimento permite compreender as tomadas de decisão na seleção de atletas com potencial esportivo assim como na melhora do treinamento físico.

Neste contexto alguns estudos (ACKLAND et al., 2003; FEWTRELL et al., 1992; GRAY et al., 1995; KHOSLA et al., 1985; LUTOSLAWSKA et al., 1990a; MACINTYRE et al., 2002) buscaram traçar o perfil do atleta de canoagem no mundo. No Brasil foram realizados alguns estudos (ABRAMOVA et al., 1995a; ABRAMOVA et al., 2000; ABRAMOVA et al., 1995b; CASTANHEDE et al., 2003; DANTAS et al., 2002; FERREIRA et al., 2003; FERREIRA et al., 2007a; FONSECA et al., 2008; JOÃO et al., 2002; MEDINA, 2002; SILVA, 2003; VEIGA et al., 2003) para identificar o perfil do atleta brasileiro, entretanto, poucos estudos foram realizados foram voltados para os aspectos biológicos do atleta competitivo de canoagem. Outros autores (BUDGETT, 1995;1998; FERREIRA et al., 2005;2007a;2007b; FERREIRA et al., 2006; FONTES, 2001; FONTES et al., 2002; GOBBO et al., 2002; KEMECSEY, 1971; PENDERGAST et al., 1989; SOUZA et al., 2005; SZANTO, 2004; ZAMPARO et al., 1999), buscaram identificar aspectos relacionado com o treinamento e estratégias de intensidade de treinamento e prova simulada, contudo os processos metabólicos não foram amplamente abordados, dados de grande relevância para o esporte competitivo.

As concentrações de substratos e metabólitos bem como o incremento de atividades de enzimas marcadoras no plasma que acompanha o esforço físico intenso são fundamentais para entendimento dos processos bioquímicos no esporte relacionado com estratégias de recuperação, potencializando o desempenho esportivo (LUTOSLAWSKA et al., 1990a). O conhecimento da influência do volume e da intensidade dos exercícios sobre biomarcadores do plasma na modalidade de canoagem competitivo poderá ser avanço na estratégia de treinamentos e provas, no que diz respeito ao esquema de recuperação, este podendo sofrer alterações, por exemplo, ao tipo e no tempo de recuperação.

### 3.2. OBJETIVO

Verificar as modificações bioquímicas e hematológicas em atletas de canoagem competitiva perante prova oficial.

#### 3.2.1. Objetivos Específicos

- a) Verificar alterações nas concentrações plasmáticas de LDH, CK total e frações após 15 minutos do final de uma prova oficial de canoagem em atletas competitivos.
- b) Identificar alterações plasmáticas das lipoproteínas após 15 minutos do final de uma prova oficial de canoagem em atletas competitivos.
- c) Averiguar alterações no padrão hematológico após 15 minutos do final de uma prova oficial de canoagem em atletas competitivos.

#### 3.2.2. Hipóteses

H<sub>1</sub>) Mesmo que pouco tempo após o esforço de alta intensidade (competição) haverá modificações nas concentrações de marcadores de dano muscular (LDH, CK total e frações).

H<sub>2</sub>) Conforme a literatura não haverá modificações significativas nas concentrações das lipoproteínas após a prova de canoagem devido as características da prova.

H<sub>3</sub>) O esforço proposto em uma prova oficial é possível gerar um aumento da infiltração de neutrófilos associando uma sobrecarga muscular.

### 3.3. METODOLOGIA

#### 3.3.1. Amostra

Foram selecionados intencionalmente 20 jovens canoístas (com idade entre 18 a 23 anos) masculinos com mínimo de três anos de experiência competitiva em seleções nacionais. O grupo foi composto de atletas competitivos e com experiência internacional, sendo entre finalistas em mundiais e campeões continentais com  $18,7 \pm 1,49$  anos;  $78,5 \pm 3,04$  kg e  $178,2 \pm 0,08$  cm. Durante o período do estudo os atletas estavam em constante treinamento, sendo em média seis horas/dia em mínimo de 15 sessões de treino por semana (modelo de treinamento ANEXO 1). O período de treinamento era de final do ciclo de acumulação da força. Esse momento foi selecionado propositalmente, pois essa fase de transição aeróbia/anaeróbio é onde há maior incidência de microlesões por estresse muscular dessa forma atenção sobre a recuperação é de extrema importância. Foram selecionados atletas competitivos por suportar constantemente altas cargas de treinamento e grande experiência em competições oficiais. A prova selecionada foi um nacional que serviu de composição das seleções para eventos internacionais. A prova selecionada foi caiaque individual masculino na distância de 1.000 metros (K1-1.000m) que teve tempo médio de  $203,45 \pm 1,17$  segundos. O caiaque individual utilizado foi (Nelo, Portugal) modelo Vanquish K1 Quattro L, com construção em carbono e kevlar sob vácuo, barco com 5,20 m de comprimento, 0,41m de largura e peso entre 8 a 12 kg, suporta atletas de 75 a 85 kg e nível de estabilidade 1. A amostra foi informada sobre os objetivos e procedimentos do estudo e após a concordância assinaram termo de consentimento livre e esclarecido de participação (ANEXO 2) que foi aprovado pelo comitê de ética do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná sob o número 1179.104.11.08 de 03 de outubro de 2011 (ANEXO 3).

### 3.3.2. Procedimentos Experimentais

O processo de aquisição das amostras seguiu uma ordem definida pela ordem de largada da competição. A competição foi realizada em um lago de águas calmas com profundidade média de 3m, comprimento de 1.200m e largura aproximada de 100m. As coletas foram realizadas em uma tenda de construção rígida (Eucatex) com condicionamento do ar. Os atletas foram orientados que estivessem presente nesta sala 30 minutos antes do início do aquecimento e logo após o término da prova individual. As coletas acontecerão 15 minutos antes e depois da prova oficial porque se assemelha com o intervalo médio oficial em um campeonato, e dessa forma é possível com os resultados traçar estratégias de recuperação. O local da coleta ficava próximo ao final da prova, facilitando a coleta de dados após a competição evitando dessa maneira perda amostral. Os atletas foram orientados a chegar aos locais de teste munidos de todas as vestimentas necessárias, bem como orientações sobre alimentação e jejum em testes laboratoriais.

### 3.3.3. Espaço Físico e Instrumentos

Antes do início da competição os atletas realizaram o aquecimento prévio, que foi remar de 3.000m em intensidade de 70 a 75% da capacidade aeróbia máxima em uma área própria de águas calmas. O aquecimento foi controlado individualmente pela frequência cardíaca (em bpm) com auxílio de frequencímetro (Polar, Finlândia) modelo S601i.

Foram realizadas coletas de 8 mL de amostras de sangue 15 minutos antes de largada e outra coleta 15 minutos após imediatamente o término da prova. A coleta foi realizada com antissepsia prévia da fossa antecubital, e após o término de duas descidas, utilizando tubo à vácuo (BD, USA) com suporte para agulha e agulha da marca (BD, USA), sendo todo material descartável e eliminado em local apropriado. As amostras foram centrifugadas em centrífuga da marca (Centribio, Brasil) modelo 802B a 1.500 RPM por 15 minutos para extração do soro. O soro foi acondicionado em tubos de 10 mL com tampas (Eppendorf, Alemanha) para a posterior dosagem das análises bioquímicas. Foram acondicionados 2 mL de sangue total em um frasco contendo 2 mg/mL de etilenodiaminotetracético (EDTA) para análise hematológica. As análises foram realizadas em um analisador semiautomático com sistema aberto

modelo Microlab 300 (Elitech, França), foi utilizado kit de reagentes em protocolos específicos para sua determinação da marca Labtest Diagnóstica e Biotécnica (Labtest, Brasil). O hemograma foi realizado mediante contagem eletrônica de células por análise de impedância (Sysmex XS 1000i, USA). A contagem diferencial dos leucócitos foi realizada por análise microscópica de 200 células (Nikon Eclipse 600, USA) em uma distensão sanguínea corada pelo método de Romanowsky (Merck, USA).

#### 3.3.4. Variáveis de interesse

As tabelas 3.1 e 3.2 resumem e descrevem as variáveis quantificadas em cada condição experimental do presente estudo.

TABELA 3.1 – VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO.

SIGLA	VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	UNIDADE
TR	Triacilgliceróis	É formado pela união de três ácidos graxos a uma molécula de glicerol, cujas três hidroxilas (grupos-OH) ligam-se aos radicais carboxílicos dos ácidos graxos.	(mg/dL)
COL LDL	Colesterol lipoproteínas de baixa densidade	São a classe maléfica ao ser humano, por serem capazes de transportar o colesterol do fígado até as células de vários outros tecidos.	(mg/dL)
COL HDL	Colesterol lipoproteínas de alta densidade	São capazes de absorver os cristais de colesterol, que começam a ser depositados nas paredes arteriais/veias.	(mg/dL)
AC UR	Ácido úrico sérico	É um composto orgânico de carbono, nitrogênio, oxigênio e hidrogênio.	(mg/dL)
CR	Creatinina sérica	É um produto da degradação da fosfocreatina (creatina fosforilada) no músculo, e é geralmente produzida em uma taxa praticamente constante pelo corpo.	(mg/dL)
CK TOTAL	Creatina quinase total sérica	É uma enzima que se encontra em pequenas quantidades em todos os tecidos musculares e é liberada sempre que o corpo está sujeito a grande stress físico tecidos.	(U/L)
CK MM	Creatina quinase mm sérica	É a única isoenzima encontrada no soro normal, estando elevada nas lesões de músculo esquelético, miocárdio e cerebral.	(U/L)
CK MB	Creatina quinase mb sérica	Estão presentes em concentrações baixas no soro normal estando elevado no infarto agudo do miocárdio, distrofia muscular de Duchene, polimitose, mioglobinúria e rabdomiolise.	(U/L)

CK/CR	Relação creatina quinase	É relação entre a quantidade de CK pela quantidade de creatinina livre no sangue.	(mb/creatinina)
FE	Ferro sérico	Mede a quantidade de ferro no sangue.	(µg/dL)
IST	Índice de Saturação de Transferrina	A deficiência de ferro inicialmente acarreta depleção das reservas (com conseqüente redução da ferritina) porcentagem da saturação da transferrina e da dosagem de ferritina	(%)

TABELA 3.2 – VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO.

SIGLA	VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	UNIDADE
LEU	Leucometria	É a determinação do número total de leucócitos por milímetro cúbico (mm <sup>3</sup> ) de sangue	(cels/uL)
MON	Monócitos	É um leucócito: parte do sistema imunitário do corpo humano.	(µL)
LIN	Linfócitos	É um tipo de leucócito (glóbulo branco) presente no sangue. São produzidos pela medula óssea vermelha, através das células-tronco linfoides.	(µL) (%)
EOS	Eosinófilos	são células sanguíneas que se desenvolvem na medula óssea e são responsáveis pela defesa do organismo contra parasitas e agentes infecciosos.	(%)
NSEG	Neutrófilos Segmentados	São neutrófilos maduros, seu aumento pode indicar infecção bacteriana, mas pode estar aumentada em infecção viral.	(µL) (%)
NBAS	Neutrófilos bastonetes	Neutrófilos imaturos são os mais abundantes leucócitos no sangue.	(µL) (%)
PLA	Plaquetas	É um fragmento coroplasmático anucleado, presente no sangue que é formado na medula óssea.	(µL)

Cada amostra de sangue coletado será realizada um hemograma completo com ênfase nas concentrações de leucócitos, hemácias, hematócrito e hemoglobina; e ainda as análises de CK e frações, creatinina, LDH, ácido úrico, uréia. Estas análises serão realizadas de acordo com os procedimentos padrão do laboratório de análises sanguíneas.

CK - Método cinético UV otimizado (IFCC) para a determinação de creatina quinase em soro ou plasma. CR-NAC: Unitest y AA. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina (WEINER, 2000).

LDH - Método cinético UV otimizado (DGKC) para a determinação de lactato desidrogenase em soro. LDH - P: unitest. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina (WEINER, 2000).

Ácido úrico - Método enzimático colorimétrico para determinação quantitativa de ácido úrico em amostras de soro. QUIMIURIC: Uricase / Peroxidase. Marca EBRAM produtos laboratoriais (EBRAM, 2004).

Uréia - Método Cinético UV para a determinação de uréia em soro ou plasma. UREA: Cinética AA. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina. (WEINER, 2000)

Creatinina - Reação cinética para determinação quantitativa de Creatinina em amostras de soro. QUIMICREA: Creatinina Picrato Alcalino. Marca EBRAM produtos laboratoriais (EBRAM, 2004).

Contagem de células vermelhas do sangue: Método de impedância com mensuração volumétrica (Sistema CELL-DYN 1400). A diluição é feita entre uma parte do sangue total em 12.800 partes de diluente.

Hematócrito - O valor é calculado a partir dos valores da contagem de hemácias e a média do volume corpuscular.

HCT = Contagem de hemácias x média do volume corpuscular

Hemoglobina - Método Cianometahemoglobina modificado com autoblack (Sistema CELL-DYN 1400). A diluição é feita entre uma parte do sangue total em 250 partes de diluente + 1,0± 2,5 ml de reagente lise.

Ferro Sérico - Método colorimétrico para determinação de ferro. Kit Fer-Color AA. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina (WEINER, 2000).

Ferritina - Método imunoenzimático de quimiluminescência, com kit Ferritin Immunolite, Med Lab - EUA.

Contagem de Leucócitos do Sangue - Método de impedância com mensuração volumétrica (Sistema CELL-DYN 1400). A diluição é feita entre uma parte do sangue total por 250 partes de diluente +  $1,0 \pm 0,25$  ml de reagente lise.

Glicose e Lipídeos Plasmáticos - As amostras sanguíneas armazenadas em tubos heparinizados serão centrifugadas e o plasma será separado e acondicionado em frascos próprios para análises de glicose, Triacilgliceróis, colesterol total e frações LDL e HDL.

Glicose Plasmática - Método enzimático para determinação de glicose em amostras de soro ou plasma. QUIMIGLI-OX: Glicose Oxidase. Marca EBRAM produtos laboratoriais (EBRAN, 2004).

Triacilgliceróis - Método enzimático para determinação de Triacilgliceróis em amostras de soro ou plasma. TG COLOR: GPO/PAP AA. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina (WEINER, 2000).

Colesterol Total - Método enzimático para determinação quantitativa de colesterol em amostras de soro. QUIMICOL: Colesterol Esterase-Peroxidase. Marca EBRAM produtos laboratoriais (EBRAN, 2004). Os valores isolados de colesterol não podem ser tomados como índices de previsão de riscos, e sim, é necessário compor um perfil lipídico com recursos de triagem e dosagem plasmática de triglicérides, e a distribuição das lipoproteínas HDL e LDL.

Colesterol HDL - Método espectrofotométrico para determinação quantitativa de colesterol HDL em amostras de soro. COLESTEROL HDL: reagente precipitante. Marca BIOSYSTEMS SA reagent & instruments. Barcelona, Espanha. As lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e de baixa densidade (LDL) presentes na amostra, precipitam na presença de fosfotungstato e íons magnésio. O sobrenatante contém as lipoproteínas de alta densidade (HDL).

Colesterol LDL - Método espectrofotométrico para determinação quantitativa de colesterol LDL em amostras de soro. COLESTEROL LDL: reagente precipitante. Marca BIOSYSTEMS SA reagent & instruments. Barcelona, Espanha.

Colesterol VLDL - Cálculo a partir dos valores de Triacilgliceróis. O VLDL é a quinta parte da quantidade de Triacilgliceróis.  $VLDL = \text{Triacilgliceróis totais} / 5$

Eletrólitos - Cada amostra teve a análise das concentrações  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , Ferro e ferritina. Estas análises serão realizadas de acordo com os procedimentos padrão do laboratório de análises sanguíneas.

Cálcio - Teste colorimétrico para determinação de cálcio. Marca BIOCLIN - Quibasa Química Básica Ltda (BIOCLIN, 2004). A determinação é feita por colorimetria medindo a intensidade de cor produzida pelo composto formado entre a orto-cresolftaleína complexona e o  $\text{Ca}^{2+}$ , em pH alcalino.

Potássio - Método eletrodo íons seletivos, aparelho AVL (AVL - Medical Division Graz, Áustria).

Sódio - Método eletrodo íons seletivos, aparelho AVL (AVL - Medical Division Graz, Áustria).

### 3.3.5. Tratamento Estatístico

É um estudo do tipo transversal descritivo e comparativo. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para confirmar a normalidade dos dados. Os dados que não apresentaram a distribuição normal sofreram uma transformação logarítmica ( $\log 10$ ) e foram novamente testados. Foi utilizado análises por comparação de médias pelo teste t de Student para amostras pareadas (dados paramétricos). Os testes estatísticos tiveram nível de significância de  $p \leq 0,05$  e foram aplicados através do pacote estatístico SPSS versão 13.0 (SPSS, USA).

### 3.4. RESULTADOS

Durante os procedimentos experimentais, os participantes foram capazes de fornecer material biológico suficiente para todo o estudo. Nenhum dos participantes relatou qualquer tipo de desconforto durante a realização da coleta e cumpriram de maneira satisfatória todo o protocolo proposto. Na tabela 3.3 são apresentados os resultados relativos aos parâmetros bioquímicos dos nos momentos pré e pós-competição. Na tabela 3.4 são apresentados os resultados dos parâmetros hematológicos nos momentos pré e pós-competição. Em comparação aos valores basais, os resultados mostram um aumento significativo na concentração sérica de HDL ( $p=0,01$ ), creatinina ( $p=0,04$ ), CK total e frações MM e MB ( $p=0,01$ ;  $p=0,03$  e  $p=0,04$  respectivamente) e ferro sérico ( $p=0,02$ ). Por outro lado, mostram também uma redução significativa na concentração de triglicérides ( $p<0,04$ ) e colesterol LDL ( $p=0,03$ ).

TABELA 3.3 – PARÂMETROS BIOQUÍMICOS – PRÉ E PÓS-COMPETIÇÃO DE CANOAGEM

	Repouso	Após esforço	Valor de p*
Triacilgliceróis (mg/dL)	75,4 ± 6,3	69,2 ± 3,2	0,04
Colesterol LDL (mg/dL)	144,1 ± 8,4	112 ± 12,7	0,03
Colesterol HDL (mg/dL)	43,1 ± 1,3	46,4 ± 2,7	0,001
Ácido úrico sérico (mg/dL)	4,9 ± 1,7	3,71 ± 1,2	0,005
Creatinina sérica (mg/dL)	0,75 ± 0,19	1,16 ± 0,19	0,04
Creatina quinase total sérica (U/L)	86,4 ± 24,2	96,0 ± 16,9	0,01
Creatina quinase MM sérica (U/L)	53,1 ± 19,4	91,4 ± 15,1	0,03
Creatina quinase MB sérica (U/L)	29,1 ± 13,1	42,9 ± 16,0	0,04
Relação creatina quinase (MB/creatina)	38,7 ± 12,5	28,4 ± 9,6	0,02
Ferro sérico (µg/dL)	20,8 ± 2,3	24,3 ± 2,0	0,02
IST (%)	5,9 ± 1,2	6,9 ± 1,2	0,02
n		20	

\* $p < 0,05$  em relação à análise pelo teste T de Student para amostras pareadas. IST - índice de saturação da transferrina. Resultados expressos com média ± erro padrão.

TABELA 3.4 – PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS – PRÉ E PÓS-COMPETIÇÃO DE CANOAGEM

	Repouso	Após esforço	Valor de p*
Leucometria (cels/ $\mu$ L)	6.100 $\pm$ 221,0	11.600 $\pm$ 605,0	<0,01
Monócitos ( $\mu$ L)	293,3 $\pm$ 58,1	456,2 $\pm$ 46,8	0,04
Linfócitos (%)	30,8 $\pm$ 1,9	23,2 $\pm$ 2,1	<0,01
Linfócitos ( $\mu$ L)	2101,2 $\pm$ 144,0	2922,0 $\pm$ 320,0	0,03
Eosinófilos (%)	1,9 $\pm$ 0,5	0,92 $\pm$ 0,2	0,02
Neutrófilos segmentados (%)	59,3 $\pm$ 3,4	63,9 $\pm$ 2,1	0,01
Neutrófilos segmentados ( $\mu$ L)	3198,3 $\pm$ 134	7065,2 $\pm$ 452	< 0,01
Neutrófilos bastonetes (%)	5,4 $\pm$ 0,5	14,3 $\pm$ 1,3	< 0,01
Neutrófilos bastonetes ( $\mu$ L)	452,1 $\pm$ 121,0	1876,0 $\pm$ 198,2	< 0,01
Plaquetas ( $\mu$ L)	242,1 $\pm$ 12,2	287,1 $\pm$ 13,1	0,04
n		20	

\*p< 0,05 em relação à análise pelo teste T de Student para amostras pareadas. IST - índice de saturação da transferrina. Resultados expressos com média  $\pm$  erro padrão.

### 3.5. DISCUSSÃO

Pelo fato de exigir força excessivamente maior que a necessária, esse fato pode causar sobrecarga nos músculos e os sistemas contráteis podem se romper estruturalmente (BRITES et al., 2004a; ECHEGARAY et al., 2001a; KRATZ et al., 2002a; SIEGEL et al., 1995a; SIEGEL et al., 1997a). Desse modo isso gera maior infiltração de neutrófilos, e conseqüentemente a liberação de proteínas celulares para a circulação, como, por exemplo, a creatina quinase.

Nesse sentido, o aumento da atividade plasmática de enzimas musculares, como lactato desidrogenase (LDH), CK total e frações, pode ser resposta fisiológica típica diante de exercícios físicos intensos e que geralmente podem ser usados como marcadores de lesão muscular (FRANÇA et al., 2006a). O pico de atividade dessas enzimas ocorre dentro de 12 a 24 horas; no entanto, o foco deste estudo foi analisar as adaptações agudas que ocorrem num período de 15 minutos.

A atividade da enzima CK total no soro é considerada importante marcador de lesão muscular, no entanto, seu valor isolado como marcador é relativo, pois é parâmetro bastante indireto e pouco específico. Além disso, variações na atividade da

CK diferem em marcação de acordo com as condições de volume e intensidade dos treinamentos (BOUNDS et al., 2000).

O dano muscular pelo exercício é caracterizado pela diminuição na produção de força muscular, aumento da atividade sérica da CK, rompimento de fibras musculares, inflamação e aumento na atividade de enzimas proteolíticas. Se o a carga de trabalho for repetida ao longo do tempo, esse dano muscular é reduzido e o atleta desenvolve uma adaptação na musculatura esquelética, caracterizada por uma redução na liberação de CK.

A análise estatística dos resultados da atividade da CK-MM mostrou aumento significativo 15 minutos após. A liberação de CK-MM para a corrente circulatória é mais específica de sobrecarga muscular quando comparada à CK total (BOUNDS et al., 2000; BRITES et al., 2004a; KRATZ et al., 2002a; SIEGEL et al., 1997a). A análise da atividade da CK-MB mostrou aumento significativo em sua atividade. O aumento na concentração sérica de CK-MB pode acontecer devido às formas atípicas de CK, como, por exemplo, a macro-CK, que é um complexo formado por CK-BB ligado a imunoglobulinas (IgA, IgG), cuja presença no soro dos atletas pode provocar aparente elevação na atividade de CK-MB. A elevação da CK pode estar relacionada com microtrauma adaptativo. Em atletas altamente treinados, o microtrauma adaptativo pode ser resposta constante, capaz de acelerar o turnover das fibras musculares.

Inúmeras hipóteses foram estabelecidas a fim de explicar o microtrauma adaptativo, dentre elas, pressupõe-se a ocorrência de sobrecarga metabólica em que a necessidade por ATP se tornaria mais alta do que a sua taxa de produção; outra teoria propõe que a lesão muscular possa ser causada por forças mecânicas, como os presentes na contração excêntrica, capazes de romper a arquitetura muscular; outra propõe a elevação de mediadores de inflamação e estresse oxidativo (BOUNDS et al., 2000; BRITES et al., 2004a; KRATZ et al., 2002a; SIEGEL et al., 1997a).

Nesse sentido a literatura mostra que a análise de marcadores bioquímicos de lesão, inflamação e desempenho atlético deve ser investigada à luz de contexto clínico do atleta, bem como o seu desempenho após uma competição ou sessão de treinamento. Uma interpretação criteriosa deve ser aplicada no intuito de evitar conclusões equivocadas acerca de uma condição típica de esforço, quando comparada a uma condição patológica.

Inúmeros momentos da prova de canoagem são caracterizados por aumento na intensidade de contração muscular e da velocidade, necessitando maior recrutamento de fibras musculares do tipo II, além das fibras musculares do tipo I. Assim, por estratégia, se em algum momento ocorrer um sprint, haverá a necessidade de obtenção de energia a partir da contração muscular rápida por parte da fibra de tipo II. Como consequência, poderá haver mobilização das reservas de fosfocreatina para a regeneração de ATP, resultando em elevação dos níveis séricos de creatinina.

Os dados obtidos de eritrograma (eritrometria, hematócrito, hemoglobina, VCM, HCM, CHCM) não mostraram diferença significativa. O treinamento de resistência pode provocar expansão volêmica, o que justificaria queda na concentração de hemoglobina nos atletas. Nesses casos, ocorre fenômeno reacional e transitório chamado pseudoanemia dilucional (BRAHM et al., 1997; HANSEN et al., 1982a; NOAKES, 1987a). A análise da concentração de ferro sérico e do índice de saturação da transferrina mostrou uma significativa elevação após a prova. A hiperatividade da cadeia de transporte de elétrons (rica em citocromos), juntamente a variável grau de hemólise, pode promover extravasamento de proteínas ricas em ferro.

Indivíduos com valores de hemoglobina dentro da faixa de normalidade, com progressiva redução de ferro sérico (inferior a 60 µg/ dL), aumento da transferrina sérica e redução do percentual de saturação da transferrina (abaixo de 16%), podem estar na primeira fase de um processo anêmico (MATEO et al., 2000a). A fase seguinte caracterizará por reduções da hemoglobina, hematócrito e da eritrometria. Isso sugere que, mesmo com níveis normais de hemoglobina. Os atletas analisados já apresentam balanço negativo de ferro, caracterizando anemia do atleta e não quadro de hemodiluição. Esse déficit poderá comprometer o transporte de oxigênio, desencadeando perda de rendimento atlético nos indivíduos analisados.

O aumento da altitude promove uma maior liberação de eritropoietina que, por sua vez, eleva a contagem de eritrócitos e conseqüentemente de hemoglobina. As coletas foram realizadas a 600 m do nível do mar. Não é possível afirmar que esse fator tenha influenciado diretamente os resultados, no entanto, pode ter colaborado para acentuar o quadro de hipoferremia. Assim, faz-se necessária a realização de novos estudos em que esses resultados possam ser comparados a outras provas realizadas ao nível do mar. Independentemente fica clara a necessidade de uma prescrição nutricional adequada, por profissionais capacitados, para suprir as necessidades aumentadas da população analisada.

### 3.6. CONCLUSÕES

A realização do presente estudo, o evento da prova promoveu elevação na atividade de enzimas marcadoras de dano muscular 15 minutos após, podendo ser aplicada com boa confiabilidade, dado muito importante, pois tem relação direta com as estratégias de recuperação. A elevação encontrada sugere microlesão silenciosa originária de um variável grau de rompimento de fibras musculares. Além disso, apesar dos valores de hemoglobina normal, a hipoferremia apresentada pelos atletas indica a instalação de um processo anêmico que poderá evoluir para queda nos valores eritrocíticos com subsequente perda de rendimento atlético decorrente de uma oxigenação muscular insatisfatória. No entanto, os resultados aqui expostos devem ser analisados, sob o contexto clínico e jamais como dados numéricos ou como valores de referência. Recomendamos que mais estudos sejam realizados a fim de elucidar as lacunas de conhecimento, no que diz respeito aos métodos passivos e ativos de recuperação aplicados otimizando o desempenho esportivo.

Partes dos resultados desse capítulo foram submetidos na Revista de Salud Pública – Universidad Nacional de Colômbia, com título: MODELING THE STROKE BY CANOEING ATHLETES HIGH PERFORMANCE IN RELATION TO PARAMETERS OF FORCE-TIME CURVE.

## **4. ANÁLISE DA REMADA DE CANOÍSTAS DE ALTA PERFORMANCE EM RELAÇÃO AOS PARÂMETROS DA CURVA FORÇA TEMPO.**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

A canoagem de velocidade é modalidade em que o atleta deve completar percurso com distâncias fixas entre 200, 500 e 1000 metros, considerada uma modalidade de alta potência em curto espaço de tempo (FERREIRA et al., 2007a). Na disciplina de caiaque olímpica os atletas produzem grande quantidade de força, as quais podem alcançar até 85N durante a largada em provas de 200 metros (MICHAEL et al., 2009) prova que envolve um conjunto de movimentos complexos no gesto da remada. Movimentos ligados diretamente com as variáveis de força, velocidade e tempo de execução do movimento (VAN SOMEREN et al., 2003). Vários estudos têm determinado e analisado as variáveis da curva força-tempo da remada de canoagem (HUNTER et al., 2008; MICHAEL et al., 2009; ONG et al., 2006).

Apesar de sua importância, tais estudos analisaram as ações efetuadas em apenas uma única remada. São poucas as evidências científicas sobre a constância das variáveis da curva força-tempo e que alguns atletas alteraram no decorrer da prova (LIOW et al., 2003a). Tais alterações podem estar associadas aos processos de fadiga. Conhecer essas variáveis é essencial para o planejamento e monitoramento das cargas aplicadas durante as competições e os treinamentos.

Na prática, os métodos aplicados para análise da força e potência das remadas são pouco específicos em relação às ações realizadas durante os movimentos e não possuem relação direta. A necessidade de avaliar as forças propulsivas vem sendo largamente utilizada (PAPOTI et al., 2005). Na canoagem, o desempenho é dado pela combinação de forças geradas em cada um dos segmentos superiores durante o uso do remo (MANN et al., 1980). Assim, a simetria é relevante para maximizar a produção de força propulsiva gerada a cada ciclo da remada (PALLARES et al., 2009).

Em geral, a maioria dos estudos que analisaram os parâmetros derivados da curva força-tempo, o fizeram a partir de um único ciclo de remada e não analisaram ao longo da prova, o que permitiria compreender os efeitos da fadiga, que torna um

fator determinante do sucesso da prova (LAURSEN, 2010). A modalidade de canoagem em especial, os atletas de caiaque, têm a necessidade de possuir uma simetria (regularidade) da aplicação de força entre os hemicorpos direito e esquerdo, dado muito interessante para o equilíbrio da aplicação e transferência de força. Não há vastas evidências científicas sobre as análises das variáveis em relação ao longo de uma prova, portanto o presente estudo visa investigar esses parâmetros propulsivos da remada da canoagem e analisar a simetria entre hemicorpos (direito e esquerdo).

## 4.2. OBJETIVO

Analisar a relação entre as forças propulsivas dos hemicorpos direito e esquerdo durante a remada atada em situações que envolvem fadiga.

### 4.2.1. Objetivos Específicos

- a) Descrever as variáveis: força pico, força média, taxa de desenvolvimento de força e impulso gerado no teste de remada atada.
- b) Determinar o efeito da fadiga sobre as variáveis relacionadas às forças propulsivas.
- c) Comparar as variáveis relacionadas às forças propulsivas na remada atada (força pico, força média, taxa de desenvolvimento de força e o impulso) entre os segmentos direito e esquerdo dos canoístas.
- d) Verificar comportamento das simetrias das forças propulsivas entre os hemicorpos com o decorrer do teste de remada atada.

### 4.2.2. Hipóteses

H<sub>1</sub>) Frequência de remada inicialmente aumenta com a fadiga para manter velocidade, mas depois decresce, por incapacidade de manutenção.

H<sub>2</sub>) Declive dos valores de força pico, força média, taxa de desenvolvimento de força e impulso em remada atada com o decorrer do tempo devido à fadiga.

H<sub>3</sub>) Não existem assimetrias em relação à aplicação de força entre hemicorpos direito e esquerdo.

### 4.3. METODOLOGIA

#### 4.3.1. Amostra

Foram selecionados intencionalmente 20 jovens canoístas (com idade entre 18 a 23 anos) masculinos com mínimo de três anos de experiência competitiva em seleções nacionais. O grupo foi composto de atletas competitivos e com experiência internacional, sendo entre finalistas em olímpicos, mundiais e campeões continentais, com  $18,7 \pm 1,49$  anos;  $78,5 \pm 3,04$  kg e  $178,2 \pm 0,08$  cm. Durante o período do estudo os atletas estavam em constante treinamento, sendo em média seis horas/dia distribuídas em 15 sessões de treino por semana (modelo de treinamento ANEXO 1). O período de treinamento era do final do ciclo de acumulação da força. Esse momento foi selecionado propositalmente, pois essa fase é onde deve acontecer a maior transferência de força, está intimamente ligado com a eficiência mecânica da remada, que é a relação da variável força acumulada com a aplicada nos ciclos de remada (Figura 4.1 a 4.3).

Foram selecionados atletas competitivos por suportar constantemente altas cargas de treinamento e grande experiência em competições oficiais. O teste proposto foi realizado nas dependências do complexo esportivo Costa Cavalcanti da cidade de Foz do Iguaçu. Foi realizado em caiaque individual masculino modelo Slalom (Bruden, Brasil) modelo Slalom K1, com construção em polietileno rotomoldado, com 3,50 m de comprimento, 0,60m de largura e peso entre 12 a 15 kg, que suporta atletas de 75 a 85 kg e nível de estabilidade 3. A escolha dessa embarcação foi devido à necessidade de maior estabilidade para execução do teste em piscina, pois o caiaque individual olímpico de velocidade (Nelo, Portugal) modelo Vanquish K1 Quattro L, em construção de carbono e kevlar sob vácuo, com 5,20 m de comprimento, 0,41m de largura e peso entre 8 a 12 kg têm nível de estabilidade 1, que é o mínimo de estabilidade. A amostra foi informada sobre os objetivos e procedimentos do estudo e após a concordância assinaram termo de consentimento livre e esclarecido de participação (ANEXO 2) que foi aprovado pelo comitê de ética do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná sob o número 1179.104.11.08 de 03 de outubro de 2011 (ANEXO 3).

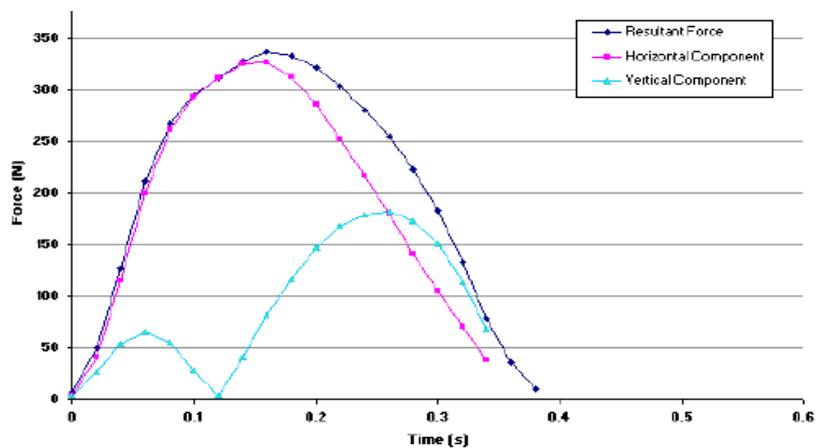


FIGURA 4.1 – COMPONENTES VERTICAIS E HORIZONTAIS DE UMA REMADA.  
Fonte: autor da Tese.

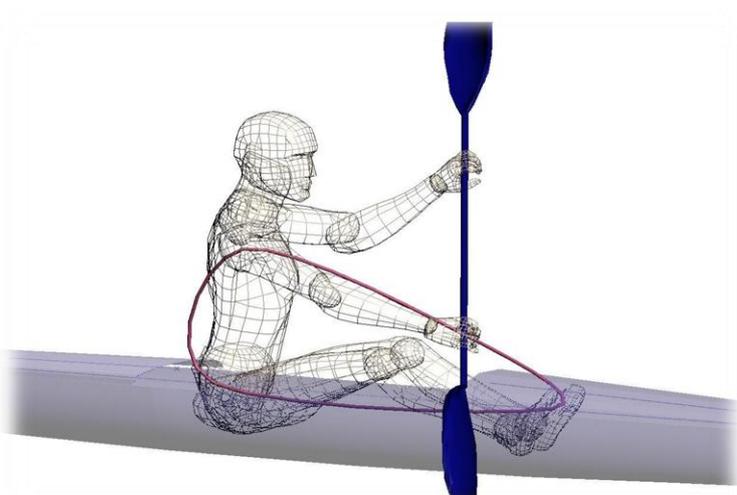


FIGURA 4.2 – PRIMEIRO CÍRCULO DE POTENCIA DA REMADA.  
Fonte: autor da Tese.

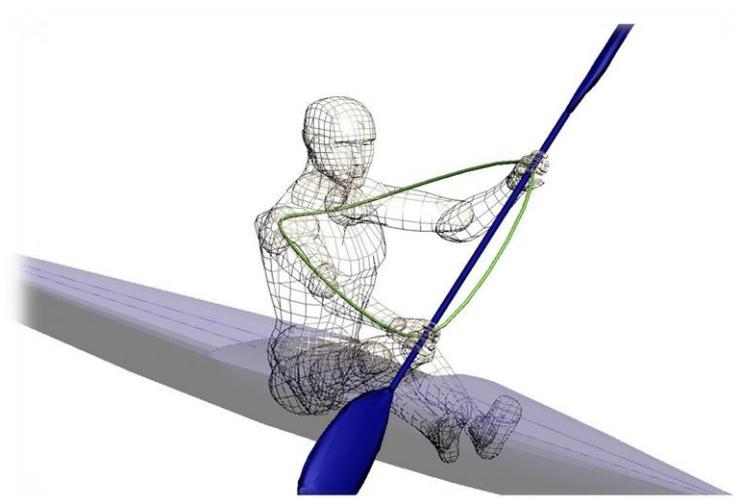


FIGURA 4.3 – SEGUNDO CÍRCULO DE POTENCIA DA REMADA.  
Fonte: autor da Tese.

#### 4.3.2. Procedimentos Experimentais

O processo de aquisição das amostras seguiu uma ordem definida por sorteio aleatoriamente. O teste foi realizado em uma piscina coberta e aquecida, com 25 metros de comprimento, 12,5 metros de largura e 1,8 metros de profundidade, localizada no complexo esportivo Costa Cavalcanti na cidade de Foz do Iguaçu no Estado do Paraná. As coletas foram realizadas próximas à borda da piscina facilitando a coleta de dados logo após o término de cada momento. Os atletas realizaram um aquecimento breve de aproximadamente remando durante 20 minutos em intensidade de 70 a 75% da capacidade aeróbia máxima. O aquecimento foi controlado individualmente pela frequência cardíaca (em bpm) com auxílio de frequencímetro (Polar, Finlândia) modelo S601i. As coletas foram de 30 segundos em máxima intensidade, o período de 30 segundos foi selecionado pela semelhança à prova de 200 metros em caiaque individual olímpico de velocidade, (K1 200m) em águas calmas. Os atletas foram orientados que estivessem presente no local mínimo de 60 minutos antes do início do teste, munidos de todas as vestimentas necessárias, bem como orientações sobre alimentação.

#### 4.3.3. Espaço Físico e Instrumentos

Todos os atletas familiarizaram-se com os procedimentos e foi permitido remar por 30 segundos em baixa intensidade no sistema de coletas. Após essa familiarização os participantes foram solicitados a executar dois tiros de máxima intensidade de 30 segundos cada, com intervalo de cinco minutos entre os tiros. Para identificar qual membro estava realizando o movimento, foi utilizada uma filmadora (JVC, modelo GZ-HM320 HDD) para aquisição das imagens, posicionada a cinco metros lateralmente. As imagens foram processadas e analisadas no software Dartfish Team Pro 6.0 (Dartfish, USA). Para identificar o momento exato do início das coletas, foi instalado um pulsador eletrônico juntamente com o sistema de aquisição de sinais do extensômetro. Esse disparo eletrônico além de criar uma marca no gráfico (no computador) ao mesmo tempo criava com uma lâmpada de led na frente da câmera, uma marca na imagem podendo sincronizar posteriormente.

Para determinar as variáveis da curva força-tempo foi utilizado extensômetro calibrado (Kratos, Brasil modelo CZC 500) com resolução de 1N e máxima carga de 200N contendo células de carga. A célula de carga é um dispositivo eletromecânico que mede a deformação ou flexão de um corpo e a transforma em uma saída de tensão. O sinal em microvolts é alterado proporcionalmente à medida que aplicamos uma carga em sua estrutura física. O extensômetro utilizado (Figura 4.4) era composto por *strain gauges* como elemento sensor primário a partir da aplicação elétrica de pontes de Weatstone (1/2 Bridge) (Figura 4.5), fixado na embarcação através de cabo de aço de 5 mm conforme a Figura 4.6.

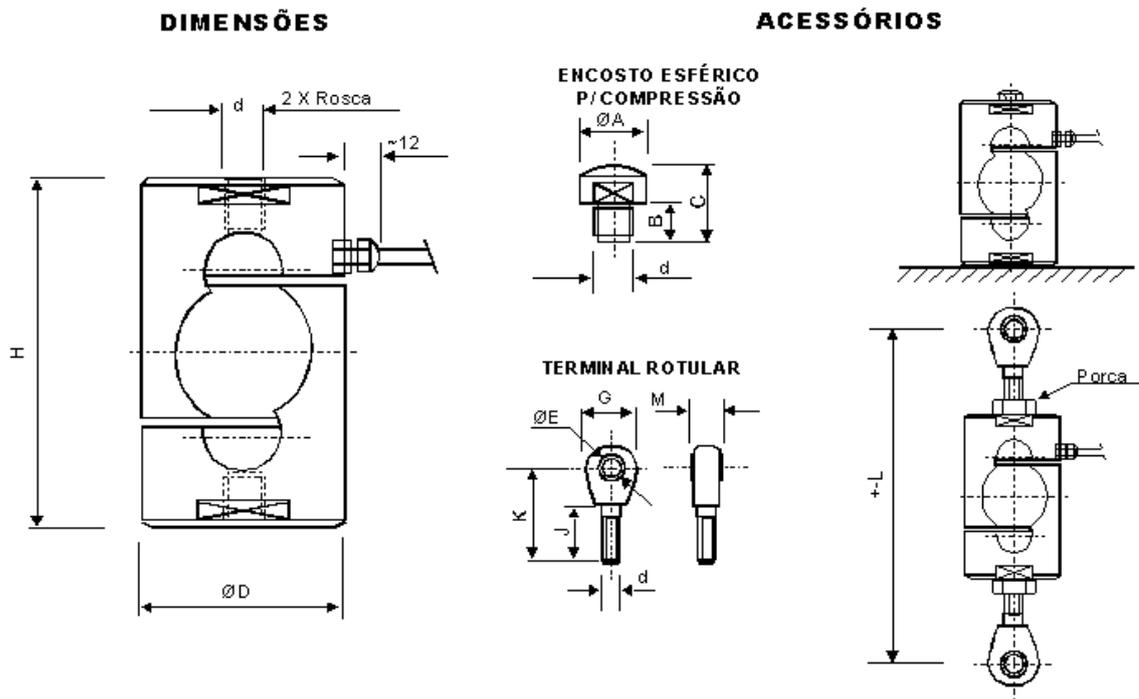


FIGURA 4.4 – DIAGRAMA PONTES DE WEATSTONE.  
Fonte: autor da Tese.

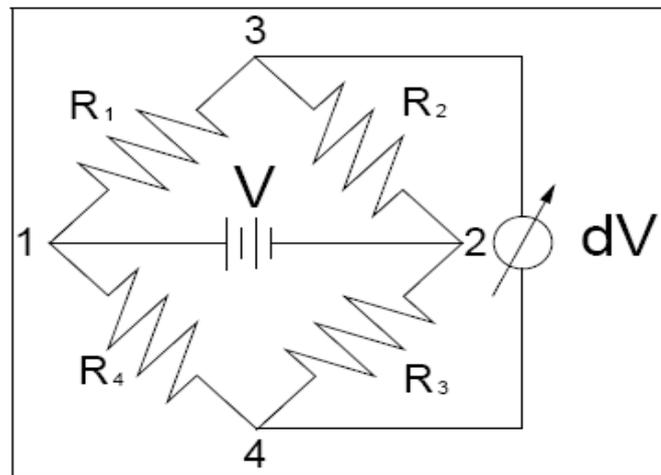


FIGURA 4.5 – DIAGRAMA PONTES DE WEATSTONE.  
Fonte: autor da Tese.



FIGURA 4.6 – FIXAÇÃO DOS CABOS NO BARCO.  
Fonte: autor da Tese.

Os dados fornecidos pelo extensômetro foram amplificados por um amplificador de sinais da marca Kratos modelo MSCK 500 (Figura 4.7) e transmitidos via cabo USB para conversor analógico/ digital (A/D) da National Instruments, USA, modelo NI6218 (Figura 4.7) com amostragem de 1Khz. Os dados foram analisados pelo programa específico Lab View Signal Express 3.0 da marca National Instruments, USA. E foram filtrados usando um filtro virtual Butterworth de 2ª ordem e frequência de corte de 20Hz. Os dados foram processados com a utilização da reta de calibração, os valores obtidos foram convertidos em unidades de força (N) no programa Matlab 7.9 (Matlab, The Matchworks, USA) através de uma rotina específica (ANEXO IV), desenvolvida pelo Laboratório de Comportamento Motor da Universidade Federal do Paraná.

Amplificador de Sinais



Conversor analógico/digital

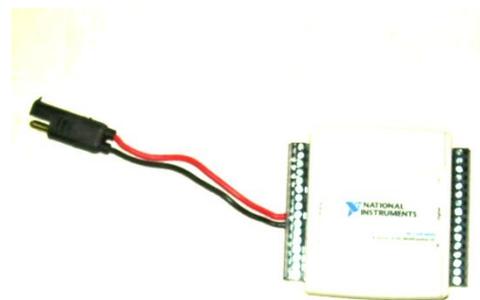


FIGURA 4.7 – AMPLIFICADOR DE SINAIS E CONVERSOR ANALÓGICO/ DIGITAL.  
Fonte: Autor da Tese

O extensômetro foi suspenso por um arranjo físico de aço fixado à parede mais próxima à borda da piscina. O extensômetro foi fixado ao centro de um cabo de aço com 8 m de comprimento que teve sua extremidade oposta presa na parte posterior do anel do barco (Figura 4.6), localizado a uma distância de 300 cm em relação à traseira do barco em relação à borda da piscina (Figura 4.8).

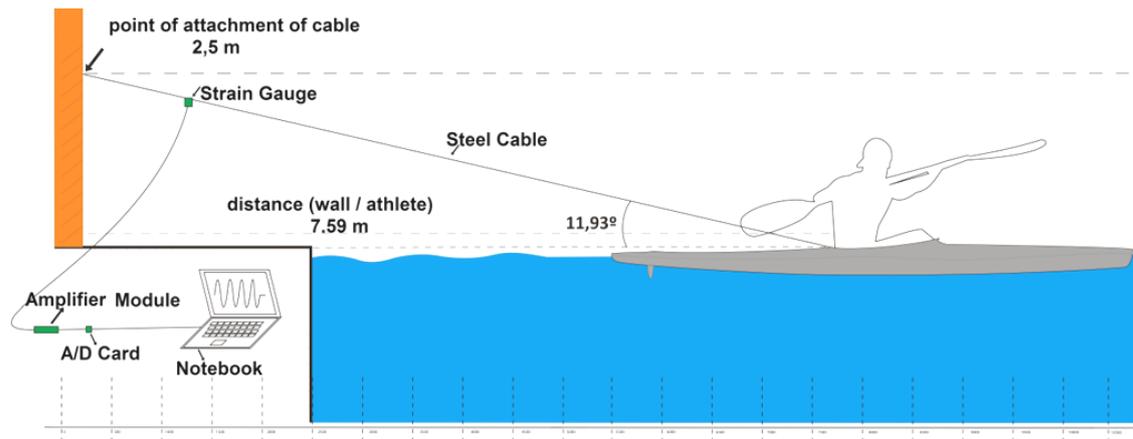


FIGURA 4.8 – ILUSTRAÇÃO REPRESENTATIVA DA CONFIGURAÇÃO DO EXPERIMENTO.

Fonte: Autor da Tese

O teste propriamente dito foi na aplicação de dois esforços máximos de com duração de 30 segundos e incentivo verbal dos atletas e pesquisadores e com intervalo passivo de aproximadamente cinco minutos. O início e o término do teste será determinado por sinal sonoro (apito) após aproximadamente 10 segundos de remada em uma intensidade baixa. A verificação da estabilidade do arranjo físico foi através de uma foto de vista lateral do aparato, com distância de 6 metros, onde se pode calcular no software Dartfish Team Pro 6.0 (Dartfish, USA), o ângulo entre uma linha horizontal do solo com o ângulo do cabo da célula de carga. Todos os dados coletados foram corrigidos através da multiplicação pelo cosseno do ângulo  $\alpha$  (Figura 4.9). O ângulo identificado nas coletas foi de  $11,93^\circ$  e o Coseno foi de 0,98.



FIGURA 4.9 – CORREÇÃO DOS DADOS PELO COSENO  $\alpha$   
Fonte: Autor da Tese.

As variáveis da curva força-tempo foram determinadas pela resultante dos componentes da força e com base nelas foram calculadas: a força média (FM), pico de força (PF), taxa de desenvolvimento de força (TDF), impulso (IMP) e índice de fadiga (IF) foram determinados para cada remada e para cada hemisfério (direito e esquerdo).

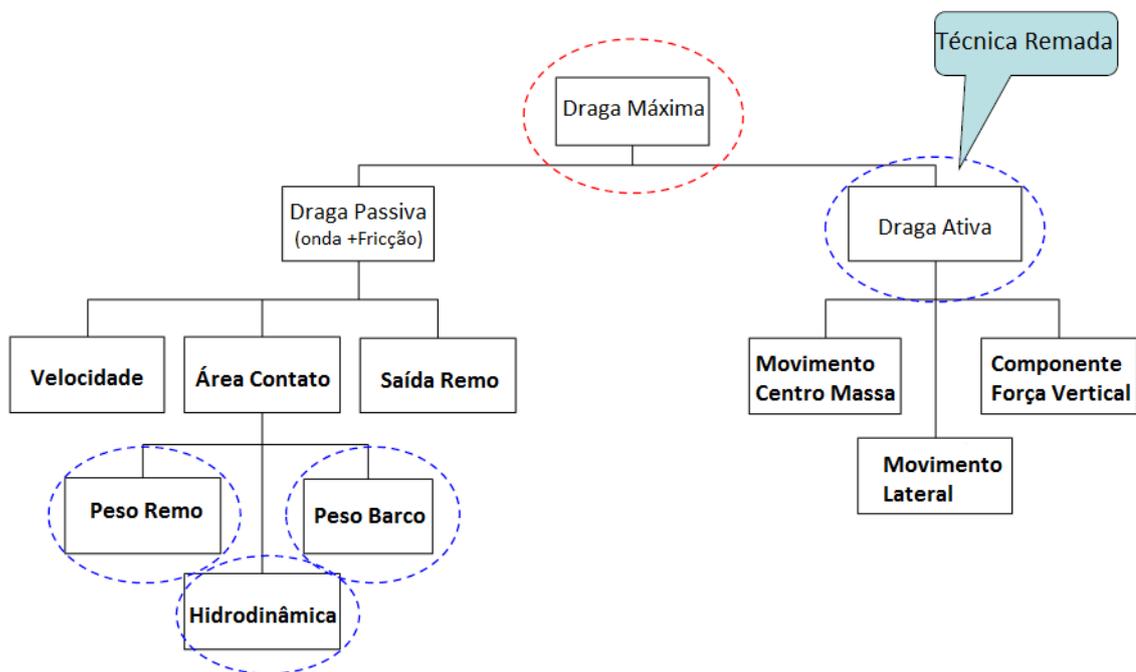


FIGURA 4.10 – COMPONENTES DERIVADAS DA DRAGA GERADA  
Fonte: Autor da Tese.

A Figura 4.11 é uma representação esquemática das variáveis propulsivas. A FP foi considerada como sendo o maior valor da força propulsiva de uma remada, a

FM foi determinada pela média aritmética dos PF. O IMP é dado pela função quadrática na função das unidades da curva força-tempo, sendo considerada como toda a área formada desde o início do aumento das forças aplicadas continuamente e o instante mínimo, dados no domínio do tempo. A TDF é o aumento da força em um dado intervalo de tempo no início da contração muscular, sendo os valores máximos dessa taxa alcançados em um período de tempo e é obtida pela razão entre o tempo e a força. O IF foi determinado pelo coeficiente de inclinação da reta entre os picos de força, para cada segmento (direito e esquerdo) e para cada momento: os primeiros cinco segundos (INI), cinco segundos intermediários (INT) e cinco segundos finais (FIN) (Figura 4.12).

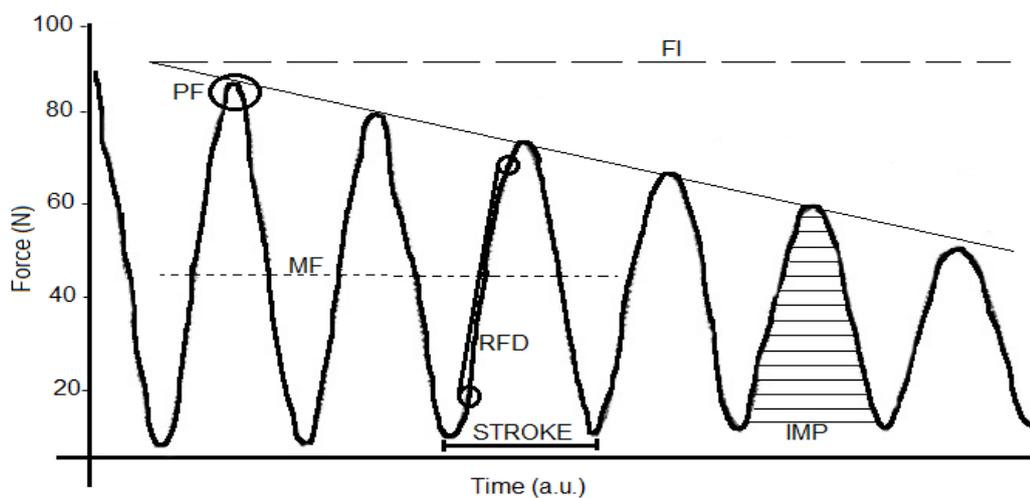


FIGURA 4.11 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS VARIÁVEIS PROPULSIVAS.

Fonte: Autor da Tese

## 4.3.4. Variáveis de Interesse

TABELA 4.1 – VARIÁVEIS PROPULSIVAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO.

SIGLA	VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	UNIDADE
PF	Pico de Força	Foi considerada como sendo o maior valor da força propulsiva de uma remada	(N)
MF	Força Média	Determinada pela média aritmética dos PF	(N)
TDF	Taxa de Desenvolvimento de Força	é o aumento da força em um dado intervalo de tempo no início da contração muscular, sendo os valores máximos dessa taxa alcançados em um período de tempo e é obtida pela razão entre o tempo e a força	(N.m <sup>-1</sup> )
IMP	Impulso Gerado	é dado pela função quadrática na função das unidades da curva força-tempo, sendo considerada como toda a área formada desde o início do aumento das forças aplicadas continuamente e o instante mínimo, dados no domínio do tempo	(N)
IF	Índice de Fadiga	foi determinado pelo coeficiente de inclinação da reta entre os picos de força, para cada segmento (direito e esquerdo)	(%)

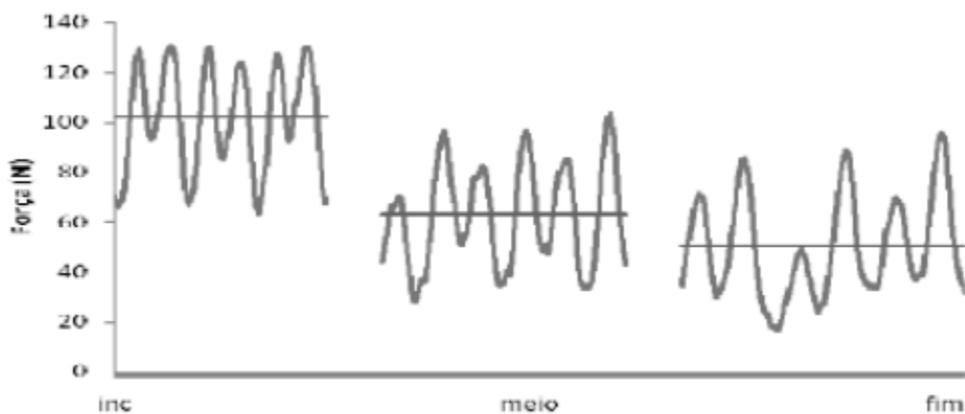


FIGURA 4.12 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS MOMENTOS DURANTE A COLETA DE DADOS.

Fonte: Autor da Tese

#### 4.3.5. Análise Estatística

É um estudo do tipo transversal descritivo e comparativo. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para confirmar a normalidade dos dados. Os dados que não apresentaram a distribuição normal sofreram uma transformação logarítmica (log 10) e foram novamente testados. Foi utilizada análises por comparação de médias pelo teste t de Student para amostras pareadas (dados paramétricos). Foi aplicado ANOVA para dois fatores com medidas repetidas para comparar as variáveis propulsivas (PF, MF, TDF, IMP e IF) dos hemisferos (direito e esquerdo) em relação aos períodos analisados dos testes (INI, INT e FIN). O pós-teste de Tukey foi aplicado para determinar onde as diferenças ocorreram entre os instantes da prova. Os testes estatísticos tiveram nível de significância de  $p \leq 0,05$  e foram aplicados através do pacote estatístico SPSS versão 13.0 (SPSS, USA).

#### 4.4. RESULTADOS

Foi encontrada assimetria entre os hemisferos (direito e esquerdo) e identificadas em todas as variáveis da curva-tempo ( $p < 0,05$ ) durante o teste simulado de canoagem.

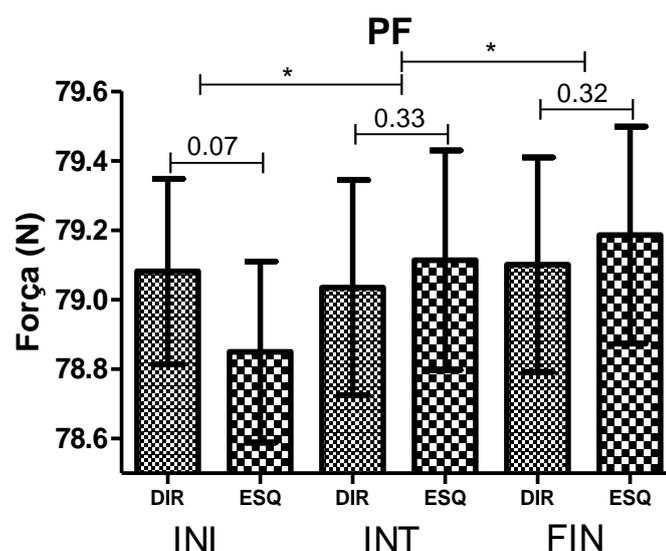


FIGURA 4.13 – DADOS DE PICO DE FORÇA NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM.

\* $P \leq 0.05$ . Fonte: Autor da Tese.

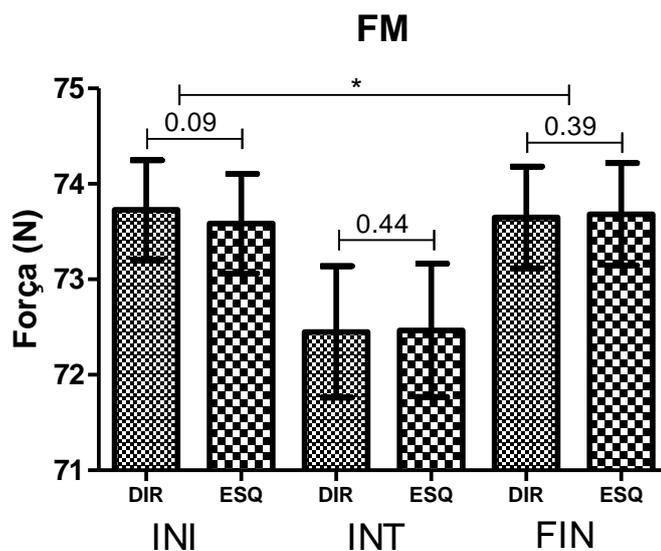


FIGURA 4.14 – DADOS DE FORÇA MÉDIA NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM.

\* $P \leq 0.05$ . Fonte: Autor da Tese.

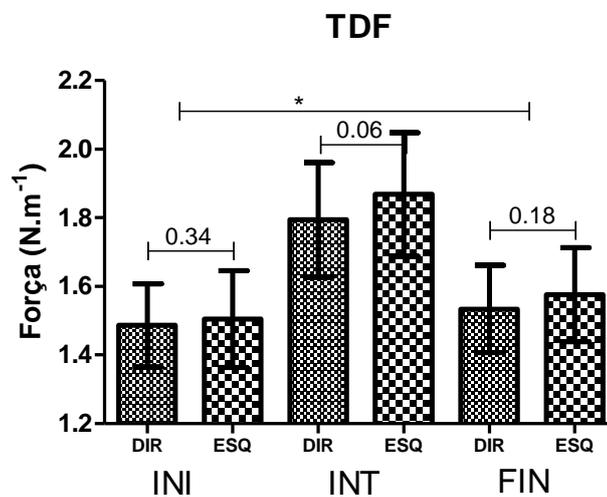


FIGURA 4.15 – DADOS DE TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE FORÇA NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM.

\* $P \leq 0.05$ . Fonte: Autor da Tese.

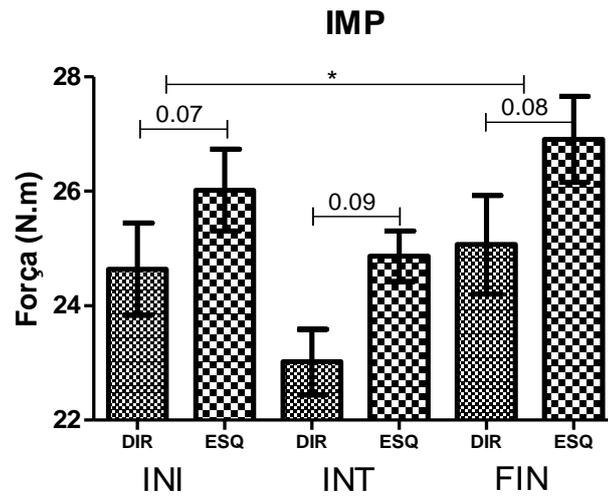


FIGURA 4.16 – DADOS DE IMPULSO GERADO NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM.

\* $P \leq 0.05$ . Fonte: Autor da Tese.

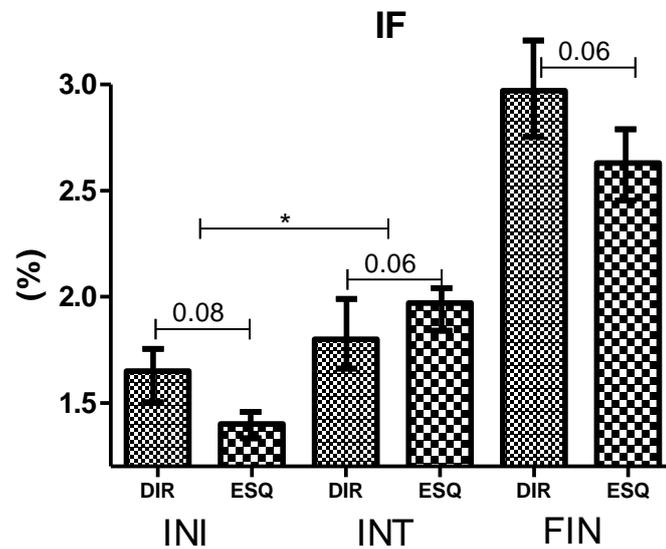


FIGURA 4.17 – DADOS DE ÍNDICE DE FADIGA NO TESTE SIMULADO PARA CANOAGEM.

\* $P \leq 0.05$ . Fonte: Autor da Tese.

#### 4.5. DISCUSSÃO

Em relação ao valor médio encontrado para PF, há uma referência com a literatura em comparação há um único ciclo de remada de canoístas de elite olímpica (PETRONE et al., 1998). Identificou que não há diferença significativa para PF entre os hemicorpos (direito e esquerdo) quando analisado o teste como todo (Figura 4.13). Sobre a distribuição das unidades da curva força-tempo em relação aos hemicorpos (direito e esquerdo) há diferença significativa nos momentos INT e FIN (0,33 e 0,32 respectivamente). Esta diferença pode estar relacionada com a fadiga, onde os valores demonstram decréscimo na performance ao longo do tempo.

Na figura 4.14 sobre a variável de FM mantém esse comportamento e apresenta diferença significativa em todos os momentos, contudo mais acentuado nos períodos do INT e FIN (0,44 e 0,39 respectivamente). Dessa forma, parece haver restabelecimento da força média aplicada no último momento (FIN), tendo o mesmo comportamento que PF. Um dado interessante foi o incremento nos valores na fase FIN do teste, onde pode estar relacionado com a motivação externa. Da mesma forma que os dados de PF, na análise de FM para o hemicorpo direito tem valores maiores, isso pode estar relacionado com a destreza lateral dos atletas, pois todos os atletas são destros. Os valores encontrados na literatura para um único ciclo de remada (AITKEN et al., 1992; BAKER, 1998) são inferiores aos encontrados no presente estudo, isto pode estar ligado à evolução dos equipamentos esportivos da modalidade nos últimos anos, o que vem auxiliando na performance em relação transferência da força com a aplicação da técnica.

Sobre a TDF (Figura 4.15), não há diferenças significativas em relação aos hemicorpos direito e esquerdo quando comparados a média total. A análise dos momentos do teste nota-se que há diferença significativa em todos os momentos, onde a maior diferença foi no primeiro momento. A maior média de MF está concentrada no momento INT com a menor diferença entre hemicorpos, isto pode estar relacionado com a adaptação ao teste e conseguem otimizar a eficiência mecânica. Para TDF notamos que o hemicorpo esquerdo apresenta maiores valores que o direito, isso pode estar relacionado com melhor qualidade na aplicação da técnica por este lado. Infelizmente não há relatos na literatura sobre a análise de TDF em canoístas de qualquer qualificação esportiva, dificultando a comparação dos dados encontrados.

Os valores de IMP (Figura 4.16) do presente estudo mostram-se superiores aos encontrados nos estudos de (AITKEN et al., 1992; BILLAT et al., 1996), isso pode estar ligado com a evolução da técnica ao longo dos últimos anos, onde o ciclo da técnica da remada, está mais ativo ação descendente da pá na fase de entrada e mais curto o comprimento (fase propulsiva), dessa forma gera TDF maior na primeira fase e diminuição do IMP ao longo do ciclo da remada. Verificou-se que os dados de IMP do presente estudo apresentaram oscilações entre os hemisferos ao longo do teste, contudo essas diferenças não são significativas. Observou-se que os valores de IMP para uma única remada são superiores aos encontrados na literatura (SPERLICH, 1994), e isto pode estar relacionado ao tipo da embarcação utilizada, pois neste estudo de Sperlich (1994), foi utilizada uma embarcação de caiaque duplo (K2), o que justifica os valores maiores de IMP devido à remada de ambos os atletas no mesmo momento, pois uma embarcação dupla tende a gerar mais cargas de forças propulsivas que uma embarcação individual.

O desempenho em competição de modalidades esportivas cíclicas máximas, tal como a canoagem, depende da capacidade do organismo de regenerar o ATP consumido na contração muscular e em quantidades suficientes para a realização do trabalho externo (BILLAT et al., 1996; BISHOP et al., 2002; VAN SOMEREN et al., 2000). Nesse sentido, nota-se que o IF (Figura 4.17) foi crescente ao longo teste, com perda média de -1,35%, -1,02 e -2,22% na performance (INI, INT e FIN respectivamente). Embora não haja na literatura valores de referência para esta variável, é desejado que o atleta atingisse menores valores quanto possível durante o percurso.

Não foram encontradas diferenças significativas entre hemisferos direito e esquerdo, demonstrando simetria na eficiência mecânica quando analisado a média geral do teste. Considerando os dados coletados e o tempo médio de uma prova oficial de K1 200 m (aprox. 35s de prova) haveria a perda média de 1,60 segundos devido à fadiga (Figura 4.17), sabendo que no alto rendimento, diferenças inferiores a 1 segundo pode definir inúmeras colocações. O monitoramento desta variável tem papel importante no planejamento do treinamento, uma vez que o menor índice está relacionado com a menor perda de rendimento. A utilização de apenas uma prova é uma limitação do estudo, no tocante ao que restringe as informações apenas a uma embarcação e uma distância oficial.

#### 4.6. CONCLUSÃO

Podemos concluir que houve tendência por parte dos atletas em manter estratégia de manutenção do ritmo das remadas, gerando assim irregularidade do IMP ao longo do teste. Com a observação destes resultados pode-se concluir que o IMP gerado em cada remada é a variável determinante da queda do desempenho na fase final da prova para o canoísta bem como a chave para análise do desempenho esportivo, uma vez que ela está diretamente ligada com a eficiência mecânica. O monitoramento da TDF se mostrou importante na verificação das diferenças do rendimento dos atletas entre os períodos: inicial e final da prova, além da correta aplicação da técnica otimizando a performance esportiva. Percebe-se que os resultados apresentados fornecem importantes informações do rendimento do treinamento de canoístas.

Recomendamos que outros estudos sejam realizados a fim de enriquecer o conhecimento da compreensão das unidades da curva força-tempo, em embarcações individuais e coletivas determinando estratégias de prova em diferentes distâncias, intensificando análises das variáveis da TDF e IMP gerados.

Parte dos resultados desse capítulo foram publicados no Journal of Exercise Physiology (JEP), v. 16, n. 1, p. 53-63, 2013, no artigo: THE EFFECTS OF SUPPLEMENTATION OF  $\beta$ -HYDROXY- $\beta$ -METHYLBUTYRATE ON INFLAMMATORY MARKERS IN HIGH PERFORMANCE ATHLETES.

## 5. EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM B-HIDROXI-B-METILBUTIRATO SOBRE MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM ATLETAS DE ALTA PERFORMANCE.

### 5.1. INTRODUÇÃO

Acredita-se, sobretudo que no esporte de alto rendimento, quanto mais específicas forem as avaliações fisiológicas e bioquímicas, em relação às exigências metabólicas durante as provas e competições, maiores serão as chances dos atletas alcançarem o sucesso. No âmbito dessas análises, a cada momento mais apuradas, faz com que haja melhores compreensões das vias metabólicas utilizadas em cada prova específica e dessa forma aprimorar-se-á o desempenho esportivo na modalidade.

Nesse sentido, técnicos e atletas, na busca de acelerar esses ganhos no desempenho físico pelo treinamento, utilizam estratégias nutricionais e/ou suplementos alimentares, chamados de recursos ergogênicos. Desde meados dos anos 50 têm-se estudado diversas variáveis, e a procura por estratégias para promover estes ganhos, vem ao encontro de estudos relacionados com o consumo de inúmeros suplementos alimentares.

Alguns estudos (BIOLO et al., 1992b; DE FEO et al., 1992a; GAUTSCH et al., 1998b) têm mostrado que a ingestão de refeições contendo proteínas pode promover aumento na taxa de síntese protéica corpórea total, bem como a supressão da degradação protéica. Este efeito anabólico pode ser atribuído, em parte, ao aumento do aporte de aminoácidos para a musculatura esquelética. Em particular, o aminoácido de cadeia ramificada, leucina, possui a habilidade de estimular, independentemente, a síntese protéica (ANTONY et al., 2001) esse efeito regulatório da leucina tem sido confirmado na literatura científica (ANTHONY et al., 2002). No entanto, o mecanismo pelo qual a leucina altera o *turnover* protéico ainda não está bem compreendido (OSTASZEWSKI et al., 2000).

Candidato a promotor do efeito inibitório da síntese proteica é o  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB), produto do metabolismo do aminoácido leucina, a partir da

transaminação deste aminoácido é formado o  $\alpha$ -cetoisocaproato, o qual é, parcialmente, oxidado em HMB (NUNES et al., 2008).

Embora muitos artigos disponíveis sobre a suplementação com HMB em humanos é de caráter preliminar, há inúmeras evidências científicas publicadas recentemente que apóiam esta hipótese de que o HMB possa ter o efeito inibidor da síntese proteica, amparando a infusão de leucina (NUNES et al., 2008).

HMB tem relação com a diminuição da degradação da proteína em seres humanos, o que sugere que a leucina pode servir como regulador do metabolismo de proteínas (NAIR et al., 1992). Ainda, Nissen et col., apresentaram evidência de que homens destreinados e mulheres (NISSEN et al., 1996a; NISSEN et al., 1996c) iniciando treinamento sistematizado de resistência apresentaram maiores ganhos de massa livre de gordura (MLG) e/ou força pura quando utilizaram doses de 37,5 mg/dia/kg de HMB (em forma de sal de cálcio) durante 3 a 4 semanas. Esses ganhos de MLG foram associados com a perda significativa pela excreção urinária da enzima muscular 3-methylhistidine, sugerindo que os indivíduos suplementados com HMB diminuiram o catabolismo durante o treinamento (NISSEN et al., 1996c).

Vukovich et col., (VUKOVICH et al., 1997) relataram que durante oito semanas de suplementação com HMB (37,5 mg/dia/kg) houve aumento significativo da MLG, redução da massa de gordura e promoveu aumentos de força para membros superiores e inferiores em 1RM em um grupo de homens e mulheres idosos iniciantes de um programa de treinamento de força.

No mesmo sentido, Panton et col., (PANTON et al., 1998) relataram que a suplementação de HMB, durante oito semanas de treinamento de resistência aumentou a capacidade funcional em um grupo de idosos. Gallagher et col., (GALLAGHER et al., 1999) analisaram os efeitos da suplementação de HMB (0,38 e 0,76 mg/kg/dia) durante oito semanas de treinamento de resistência em um grupo de homens destreinados, notaram que houve diminuição significativa da excreção de creatina quinase e aumento de massa livre de gordura. Em geral, estes resultados preliminares sugerem que a suplementação com 37,5 mg/dia/kg de HMB pode aumentar a MLG e força pura em indivíduos destreinados submetidos a um programa de treinamento de resistência ou de força (NISSEN et al., 1996c; PETERSON et al., 1999; VUKOVICH, 1997).

Vukovich et col., relataram que duas semanas de suplementação com HMB (37,5 mg/dia/kg), durante esse período houve aumento significativo no tempo de

exaustão, limiar de lactato e pico de  $VO_2$  em ciclistas treinados (VUKOVICH et al., 1997) dessa forma é sugerido que a suplementação com HMB pode fornecer valor ergogênico durante o exercício intenso (PINHEIRO et al., 2012; ZANCHI et al., 2011), contudo, o mecanismo para justificar essas alterações continuam desconhecidos.

Apesar da suplementação com HMB apresentar melhorara nas adaptações no início do treinamento em indivíduos não treinados, são necessárias investigações adicionais antes que conclusões definitivas possam ser feitas a respeito da suplementação com HMB em atletas competitivos. O objetivo deste estudo foi determinar se há relação entre a suplementação de HMB durante o treinamento de resistência intensa na alteração dos marcadores de catabolismo celular, composição corporal e na performance esportiva de atletas competitivos de canoagem velocidade.

## 5.2. OBJETIVO

Verificar os efeitos da suplementação de doses de 37,5mg/kg/dia com HMB em relação aos aspectos biológicos da performance esportiva em atletas competitivos de canoagem.

### 5.2.1. Objetivos Específicos

Para cumprir com o objetivo geral do estudo, foi necessária a elaboração de um conjunto de cinco objetivos específicos que compreendem:

- a) Verificar os níveis de glicemia, lactacidemia e concentrações plasmáticas de lipoproteínas em atletas competitivos de canoagem suplementados com doses de 37,5 mg/dia/kg de HMB submetidos a seis meses de treinamento específico da modalidade.
- b) Verificar os níveis de glicemia, lactacidemia e concentrações plasmáticas de lipoproteínas em atletas competitivos de canoagem suplementados com doses de 37,5 mg/dia/kg de placebo submetidos a seis meses de treinamento específico da modalidade.
- c) Averiguar a composição corporal de atletas competitivos de canoagem após seis meses de suplementação com doses de 37,5 mg/dia/kg de HMB.

- d) Comparar os resultados de performance esportiva direta (tempo oficial em uma prova) entre os grupos Placebo e suplementados com doses de 37,5 mg/dia/kg de HMB de atletas de canoagem competitiva.
- e) Comparar as concentrações de marcadores de dano muscular (LDH, CK e Frações de CK) entre os grupos de atletas competitivos suplementados com Placebo e doses de 37,5 mg/dia/kg de HMB.

### 5.2.2. Hipóteses

Para que os objetivos específicos sejam testados, será necessário testar um número de quatro hipóteses experimentais:

H<sub>1</sub>) Redução significativa dos marcadores de LDH, CK e frações de CK no grupo suplementado com HMB.

H<sub>2</sub>) Redução significativa dos níveis de lipoproteínas no grupo suplementado com HMB.

H<sub>3</sub>) Aumento significativo da massa livre de gordura no grupo suplementado com HMB.

H<sub>4</sub>) Melhora significativa da performance esportiva em prova oficial dos atletas competitivos de canoagem suplementados com HMB.

## 5.3. METODOLOGIA:

### 5.3.1. Amostra

Foram selecionados intencionalmente 20 jovens canoístas (com idade entre 18 a 23 anos) masculinos com mínimo de três anos de experiência competitiva em seleções nacionais. A amostra foi composta de atletas competitivos e com experiência internacional, sendo entre finalistas em mundiais e campeões continentais, divididos em dois grupos. A divisão dos grupos foi feita aleatoriamente em duplo cego, sendo

denominados em grupo Suplementado (c/HMB) e grupo Placebo (Placebo). O primeiro grupo (c/HMB) foi composto por 14 atletas com  $19,1 \pm 1,33$  anos;  $80,2 \pm 2,09$  kg e  $181,1 \pm 0,12$  cm. O segundo grupo (Placebo) foi composto por 6 atletas com  $18,7 \pm 1,65$  anos;  $79,1 \pm 3,01$  kg e  $179,2 \pm 0,10$  cm. Durante o estudo os atletas estavam em constante treinamento, sendo em média seis horas/semana em mínimo de 15 sessões de treino por semana (modelo de treinamento ANEXO 1), havia objetivo principal no treinamento de resistência de força (por exemplo, 1 a 3 séries de 2-8 repetições, em intensidades variando de 80 a 95% de 1 RM), realizado nas segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira, bem como dez horas por semana de treinamento de sprint e técnica com a embarcação. Todos os treinamentos foram realizados sob a supervisão de treinadores certificados pela Escola Nacional de Treinadores CBCa/COI/ SO. O estudo foi realizado durante o período de treinamento de força no ciclo de acumulação, esse período teve a duração de seis meses. Esse momento foi selecionado propositalmente, pois essa fase de maior desgaste físico e metabólico e a transição aeróbia/anaeróbio é onde há maior incidência de micro lesões por estresse muscular dessa forma atenção sobre a recuperação é de extrema importância.

Foram selecionados atletas competitivos por suportar constantemente altas cargas de treinamento e grande experiência em competições oficiais e não haver evidências científicas relacionadas com a suplementação e atletas competitivos. Para parâmetros de melhora da performance esportiva foi selecionada uma prova oficial (controle nacional) que serve de composição das seleções para eventos internacionais. A prova selecionada foi caiaque individual masculino na distância de 1.000 metros (K1-1.000m) que tem tempo médio de  $203,45 \pm 1,17$  segundos. O caiaque individual utilizado foi (Nelo, Portugal) modelo Vanquish K1 Quattro L, com construção em carbono e kevlar sob vácuo, barco com 5,20 m de comprimento, 0,41m de largura e peso entre 8 a 12 kg, suporta atletas de 75 a 85 kg e nível de estabilidade 1. Todos os sujeitos assinaram termo indicando que nunca ingeriram qualquer tipo de anabolizantes/ esteroides androgênicos de acordo com os critérios da WADA e que estavam cientes que poderiam passar por testes aleatórios de antidoping de acordo com a necessidade do Comitê Olímpico Brasileiro (COB) e/ou da Confederação Brasileira de Canoagem (CBCa). Além disso, nenhum atleta do presente estudo tinha apontado em seu histórico um laudo positivo para presença de anabolizantes/ esteroides androgênicos. A amostra foi informada sobre os objetivos e

procedimentos do estudo e após a concordância assinaram termo de consentimento livre e esclarecido de participação (ANEXO 2) que foi aprovado pelo comitê de ética do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná sob o número 1179.104.11.08 de 03 de outubro de 2011 (ANEXO 3).

### 5.3.2. Procedimentos Experimentais

O processo de aquisição das amostras seguiu uma ordem definida por sorteio, dessa forma mantendo ordenação aleatória. As avaliações relacionadas com o tempo oficial de prova, para verificação do desempenho esportivo, foi realizada em um lago de águas calmas com profundidade média de 3m, comprimento de 1.200m e largura aproximada de 100m. As coletas foram realizadas em uma tenda de construção rígida (Eucatex) com condicionamento do ar. Os atletas foram orientados que estivessem presente nesta sala 60 minutos antes do início do aquecimento e logo após o término da prova individual. As coletas nestes dias acontecerão 2 horas antes do teste para assegurar a coleta, não atrapalhasse a preparação do atleta e dessa forma é possível com os resultados traçar estratégias de recuperação. O local da coleta ficava próximo ao final da prova, facilitando a coleta de dados após a competição evitando dessa maneira perda amostral. Os atletas foram orientados a chegar aos locais de teste munidos de todas as vestimentas necessárias, bem como orientações sobre alimentação e jejum em testes laboratoriais.

Não foi permitido uso de creatina e/ou beta-agonistas por pelo menos oito semanas antes do início do estudo. Os sujeitos foram instruídos a não ingerir outros suplementos alimentares, com efeitos ergogênicos e/ou não prescritos por um médico durante o estudo, caso houvesse necessidade. Antes do início do estudo os sujeitos receberam explanação e familiarização dos procedimentos dos estudos.

Ambos os grupos receberão as mesmas quantidades de suplementos encapsulados diretamente pela fábrica de acordo com os pesos corporais. A composição das cápsulas com HMB era de 250mg de  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB-Ca) + 340 mg de celulose microcristalina + 10 mg de estearato de magnésio e a composição das cápsulas do grupo placebo eram compostos de 340 mg de celulose microcristalina + 10 mg de estearato de magnésio. Ambas as cápsulas foram manipulados em forma de pó e encapsuladas pelo laboratório Metabolic Technologies, Inc., (Iowa – USA) e foram pesados de acordo com a massa corporal

de cada sujeito e encapsulados e condicionados em frascos brancos idênticos. Para administração em duplo-cego, apenas o pesquisador responsável do presente estudo sabia em banco de dados digital qual eram os frascos com o suplemento (HMB) e quais eram os placebos. Havia uma numeração sequencial crescente de 1 a 20 nos potes, números que identificavam o destino para o indivíduo do grupo. Para garantir a qualidade do produto, foram realizadas três cromatografias ao longo do estudo com os mesmos lotes e amostras do material (HMB e Placebo). A primeira cromatografia foi realizada em janeiro de 2009 pela empresa Weider Nutrion em Toronto no Canadá (ANEXO V), a segunda cromatografia foi realizada em fevereiro de 2010 pela Iowa State University Research Park – Metabolic Technologies nos EUA pelo Prof. Dr. John A. Rathmacher (ANEXO VI) e a terceira cromatografia foi realizada em março de 2010 na Universidade Federal do Paraná no Departamento de Fisiologia sob a responsabilidade do laboratório de metabolismo celular.

Os indivíduos da amostra ingeriram as porções diárias divididos em três partes sendo junto às refeições (manhã, tarde e noite). Cada frasco continha material referente a 15 dias de ingestão. O controle diário da ingestão foi feito pelo técnico da equipe, o qual devolvia os frascos vazios e recebia novos completos a cada 15 dias, o mesmo não sabia quais os atletas faziam parte do grupo suplementado (c/HMB) e do grupo placebo (Placebo).

As coletas de dados antecederam com um mês de acompanhamento de todas as variáveis interessantes para estudo (MLG, triacilgliceróis, lipoproteínas, creatinina sérica, CK total e frações, LDH e ferro sérico) para definir os padrões basais, denominado ponto zero. Após esse primeiro momento ambos os grupos receberão no mesmo dia os frascos contendo as capsulas de HMB e Placebo para os respectivos grupos c/ HMB e Placebo. Cada indivíduo do grupo c/HMB recebeu as capsulas com dosagens de 37,5 mg/kg para serem ingeridos diariamente, receberão as informações de como deveriam. Todas as instruções foram realizadas com todos os indivíduos para manter o desenho de duplo cego.

### 5.3.3. Espaço Físico e Instrumentos

Foi selecionada a prova oficial caiaque individual (K1) esse teste consistiu em um único sprint máximo em água plana (lago) demarcado com boias, realizado mensalmente durante seis meses, buscando sempre as mesmas condições climáticas

e temporais para as coletas. Para anotação do tempo foi utilizado um cronômetro da marca Nielsen-Kellerman® modelo Interval® 2000 com precisão de 0,001 segundos.

Antes do início da competição os atletas realizaram o aquecimento prévio, que foi remar de 3.000m em intensidade de 70 a 75% da capacidade aeróbia máxima em uma área própria de águas calmas. O aquecimento foi controlado individualmente pela frequência cardíaca (em bpm) com auxílio de frequencímetro (Polar, Finlândia) modelo S601i.

As coletas foram realizadas duas horas antes da prova oficial, e foram coletados de 30 mL de amostras de sangue, divididos em três tubos de 10 mL. A coleta foi realizada com antissepsia prévia da fossa antecubital (ECHEGARAY et al., 2001b; KRATZ et al., 2002b; SIEGEL et al., 1995b; SIEGEL et al., 1997b), utilizando tubo à vácuo (BD, USA) com suporte para agulha e agulha da marca (BD, USA), sendo todo material descartável e eliminado em local apropriado. As amostras foram centrifugadas em centrífuga da marca (Centribio, Brasil) modelo 802B a 1.500 RPM por 15 minutos para extração do soro (THOMSON et al., 2009). O soro foi acondicionado em tubos de 10 mL com tampas (Eppendorf, Alemanha) e congelados para a posterior dosagem das análises bioquímicas. As análises foram realizadas em um analisador semiautomático com sistema aberto modelo Microlab 300 (Elitech, França), foi utilizado kit de reagentes em protocolos específicos para sua determinação da marca Labtest Diagnóstica e Biotécnica (Labtest, Brasil).

#### 5.3.4. Variáveis de interesse

A tabela 5.1 resume e descrevem as variáveis quantificadas em cada condição experimental do presente estudo.

TABELA 5.1 – VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO.

SIGLA	VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	UNIDADE
TR	Triacilgliceróis	É formado pela união de três ácidos graxos a uma molécula de glicerol, cujas três hidroxilas (grupos-OH) ligam-se aos radicais carboxílicos dos ácidos graxos.	(mg/dL)
COL LDL	Colesterol lipoproteínas de baixa densidade	São a classe maléfica ao ser humano, por serem capazes de transportar o colesterol do fígado até as células de vários outros tecidos.	(mg/dL)
COL HDL	Colesterol lipoproteínas de alta densidade	São capazes de absorver os cristais de colesterol, que começam a ser depositados nas paredes arteriais/veias.	(mg/dL)
CR	Creatinina sérica	É um produto da degradação da fosfocreatina (creatina fosforilada) no músculo, e é geralmente produzida em uma taxa praticamente constante pelo corpo.	(mg/dL)
CK TOTAL	Creatina quinase total sérica	É uma enzima que se encontra em pequenas quantidades em todos os tecidos musculares e é liberada sempre que o corpo está sujeito a grande stress físico tecidos.	(U/L)
CK MM	Creatina quinase mm sérica	É a única isoenzima encontrada no soro normal, estando elevada nas lesões de músculo esquelético, miocárdio e cerebral.	(U/L)
CK MB	Creatina quinase mb sérica	Estão presentes em concentrações baixas no soro normal estando elevado no infarto agudo do miocárdio, distrofia muscular de Duchene, polimitose, mioglobinúria e rabdomiólise.	(U/L)
FE	Ferro sérico	Mede a quantidade de ferro no sangue.	(µg/dL)
LDH	Lactato Desidrogenase	Catalisa a interconversão de piruvato e lactato com uma concomitante interconversão de NADH e NAD <sup>+</sup>	(U/L)

Cada amostra de sangue coletado foi realizada um hemograma completo com ênfase nas concentrações de CK e frações, creatinina, LDH, ácido úrico, uréia. Estas análises serão realizadas de acordo com os procedimentos padrão do laboratório de análises sanguíneas.

CK - Método cinético UV otimizado (IFCC) para a determinação de creatina quinase em soro ou plasma. CR-NAC: Unitest y AA. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina (WEINER, 2000).

LDH - Método cinético UV otimizado (DGKC) para a determinação de lactato desidrogenase em soro. LDH - P: unitest. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina (WEINER, 2000).

Creatinina - Reação cinética para determinação quantitativa de Creatinina em amostras de soro. QUIMICREA: Creatinina Picrato Alcalino. Marca EBRAM produtos laboratoriais (EBRAN, 2004).

Ferro Sérico - Método colorimétrico para determinação de ferro. Kit Fer-Color AA. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina (WEINER, 2000).

Glicose e Lipídeos Plasmáticos - As amostras sanguíneas armazenadas em tubos heparinizados serão centrifugadas e o plasma será separado e acondicionado em frascos próprios para análises de glicose, Triacilgliceróis, colesterol total e frações LDL e HDL.

Triacilgliceróis - Método enzimático para determinação de Triacilgliceróis em amostras de soro ou plasma. TG COLOR: GPO/PAP AA. Marca WIENER lab. Rosário, Argentina (WEINER, 2000).

Colesterol Total - Método enzimático para determinação quantitativa de colesterol em amostras de soro. QUIMICOL: Colesterol Esterase-Peroxidase. Marca EBRAM produtos laboratoriais (EBRAN, 2004). Os valores isolados de colesterol não podem ser tomados como índices de previsão de riscos, e sim, é necessário compor um perfil lipídico com recursos de triagem e dosagem plasmática de triglicérides, e a distribuição das lipoproteínas HDL e LDL.

Colesterol HDL - Método espectrofotométrico para determinação quantitativa de colesterol HDL em amostras de soro. COLESTEROL HDL: reagente precipitante. Marca BIOSYSTEMS SA reagent & instruments. Barcelona, Espanha. As lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e de baixa densidade (LDL) presentes na amostra, precipitam na presença de fosfotungstato e íons magnésio. O sobrenatante contém as lipoproteínas de alta densidade (HDL).

Colesterol LDL - Método espectrofotométrico para determinação quantitativa de colesterol LDL em amostras de soro. COLESTEROL LDL: reagente precipitante. Marca BIOSYSTEMS SA reagent & instruments. Barcelona, Espanha.

Colesterol VLDL - Cálculo a partir dos valores de Triacilgliceróis. O VLDL é a quinta parte da quantidade de Triacilgliceróis.  $VLDL = \text{Triacilgliceróis totais} / 5$

#### 5.3.5. Tratamento Estatístico

É um estudo do tipo longitudinal, descritivo e comparativo. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para confirmar a normalidade dos dados. Os dados que não apresentaram a distribuição normal sofreram uma transformação logarítmica ( $\log 10$ ) e foram novamente testados. Foi utilizado análises por comparação de médias pelo teste t para amostras independentes. Os testes estatísticos tiveram nível de significância de  $p \leq 0,05$  e foram aplicados através do pacote estatístico SPSS versão 13.0 (SPSS, USA).

#### 5.4. RESULTADOS

A Tabela 5.2 mostra os resultados dos parâmetros bioquímicos e magnitude entre os momentos pré e pós a suplementação com HMB, da mesma forma na Tabela 5.3 são demonstrados os resultados dos parâmetros bioquímicos para o grupo Placebo. Nas Figuras 5.1 a 5.8 são ilustrados os comportamentos de cada parâmetro bioquímico no decorrer do estudo.

TABELA 5.2 – PARÂMETROS BIOQUÍMICOS – GRUPO C/ HMB.

	<b>Pré</b>	<b>Pós</b>	<b>M (%)</b>
Peso Corporal (kg)	78,50 ± 3,04	76,30 ± 2,82	-2,80
% Massa Gorda (%)	11,11 ± 2,17	9,97 ± 1,44	-10,26
Triacilgliceróis (mg/dL)	85,50 ± 22,73	76,55 ± 8,21	-10,46
Colesterol LDL (mg/dL)	167,20 ± 37,16	151,30 ± 26,81	-9,50
Colesterol HDL (mg/dL)	47,10 ± 4,87	44,40 ± 4,44	-5,73
Creatinina sérica (mg/dL)	0,84 ± 0,15	1,00 ± 0,08 *	+16,00
CK total sérica (U/L)	299,95 ± 27,47	188,25 ± 24,32	-37,23
CK MM sérica (U/L)	192,76 ± 26,95	126,36 ± 28,81	-34,44
CK MB sérica (U/L)	122,25 ± 28,51	65,88 ± 15,51	-46,11
Ferro sérico (µg/dL)	133,13 ± 28,33	115,42 ± 29,65	-13,30
Lactato Desidrogenase (U/L)	367,25 ± 30,25	290,40 ± 26,34	-20,92
Tempo Oficial – Performance (s)	202,40 ± 4,89	197,95 ± 5,23	-2,19

Onde: M = % magnitude (-) redução; (+) aumento. Representado por média ± SD, adotando \*  $p \leq 0,05$ .

TABELA 5.3 – PARÂMETROS BIOQUÍMICOS – GRUPO PLACEBO.

	<b>Placebo</b>		<b>M (%)</b>
	<b>Pré</b>	<b>Pós</b>	
Peso Corporal (kg)	79,38 ± 3,56	78,70 ± 3,46	-0,86
% Massa Gorda (%)	9,63 ± 1,62	9,65 ± 1,62	+0,21
Triacilgliceróis (mg/dL)	86,10 ± 20,76	78,66 ± 11,48	-8,64
Colesterol LDL (mg/dL)	148,90 ± 22,61	156,70 ± 29,62	+5,24
Colesterol HDL (mg/dL)	39,90 ± 5,02	40,90 ± 2,88	+2,51
Creatinina sérica (mg/dL)	0,94 ± 0,15	1,02 ± 0,06 *	+7,84
CK total sérica (U/L)	263,20 ± 52,28	268,5 ± 31,00	+2,01
CK MM sérica (U/L)	124,28 ± 33,98	174,52 ± 20,15	+40,42
CK MB sérica (U/L)	66,92 ± 18,29	93,97 ± 10,85	+39,07
Ferro sérico (µg/dL)	130,63 ± 42,85	124,57 ± 29,66	-4,63
Lactato Desidrogenase (U/L)	336,60 ± 53,30	332,90 ± 50,85	-1,01
Tempo Oficial – Performance (s)	204,84 ± 4,38	202,71 ± 5,32	-1,04

Onde: M = % magnitude (-) redução; (+) aumento. Representado por média ± SD, adotando \*  $p \leq 0,05$ .

Na Tabela 5.4 demonstra os valores de  $p$  (adotando \*  $p \leq 0,05$ ) quando comparado as médias entre os grupos HMB e PLB em três momentos diferentes: ponto zero (Início), terceiro mês de estudo (Meio) e no último mês de estudo (Final).

TABELA 5.4 – COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS (P) ENTRE GRUPO HMB E PLB.

	Início HMB vs. PLB	Meio HMB vs. PLB	Final HMB vs. PLB
Peso Corporal (kg)	0,007*	0,8688	<0,0001*
Creatinina sérica (mg/dL)	0,001*	0,7027	<0,0001*
CK total sérica (U/L)	0,005*	0,7641	<0,0001*
CK MM sérica (U/L)	0,3813	0,9014	0,0030*
CK MB sérica (U/L)	0,0201*	0,0727	0,0303
Lactato Desidrogenase (U/L)	0,5439*	0,0096*	0,0834
Tempo Oficial (s)	0,0034	0,4973	0,0008*

Onde: foi adotado \*  $p \leq 0,05$ .

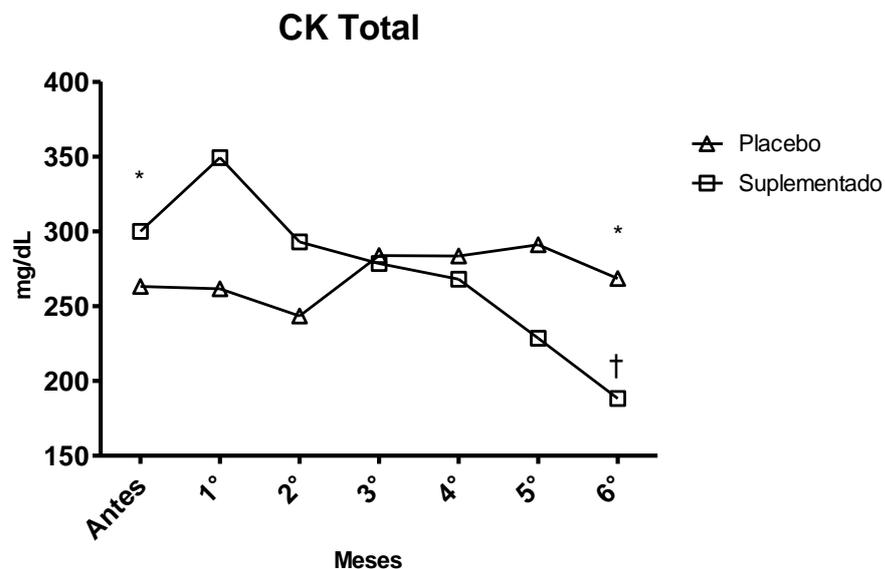


FIGURA 5.1 – CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE CK TOTAL NOS GRUPOS C/HMB E PLACEBO.

$p \leq 0,05$ . Houve diferença significativa entre os grupos (HMB e PLB) nos momentos Antes e 6º mês ( $p=0,007$  e  $p<0,0001$  respectivamente). Houve diferença significativa entre o ponto zero (antes) e 6º mês para o grupo HMB ( $p<0,0001$ †) Fonte: Autor da Tese.

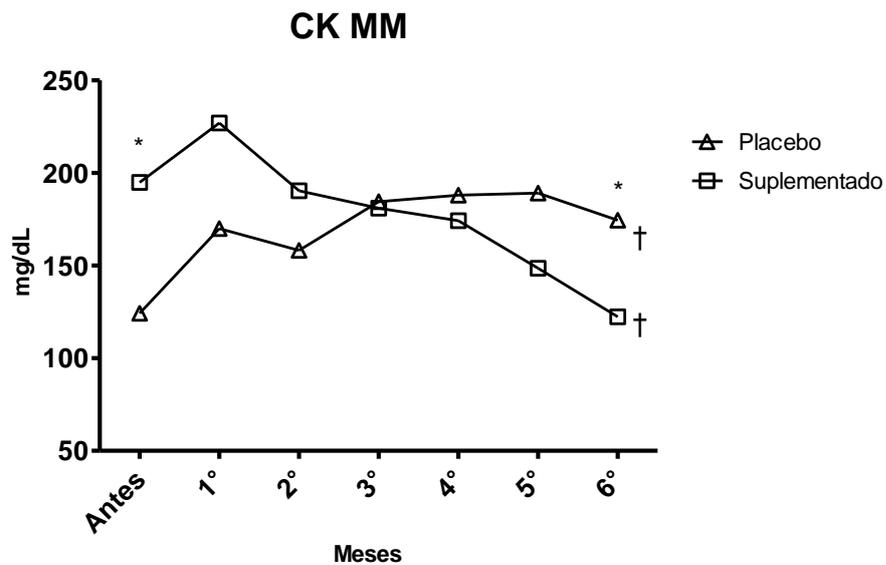


FIGURA 5.2 – CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE CK MM NOS GRUPOS C/HMB E PLACEBO.

\* $P \leq 0.05$ . Houve diferença significativa entre os grupos (HMB e PLB) nos momentos Antes e 6° mês ( $p=0,001$  e  $p<0,0001$  respectivamente). Houve diferença significativa entre o ponto zero (antes) e 6° mês para os grupos HMB e PLB ( $p<0,0001$  e  $p<0,0001$  respectivamente†) Fonte: Autor da Tese.

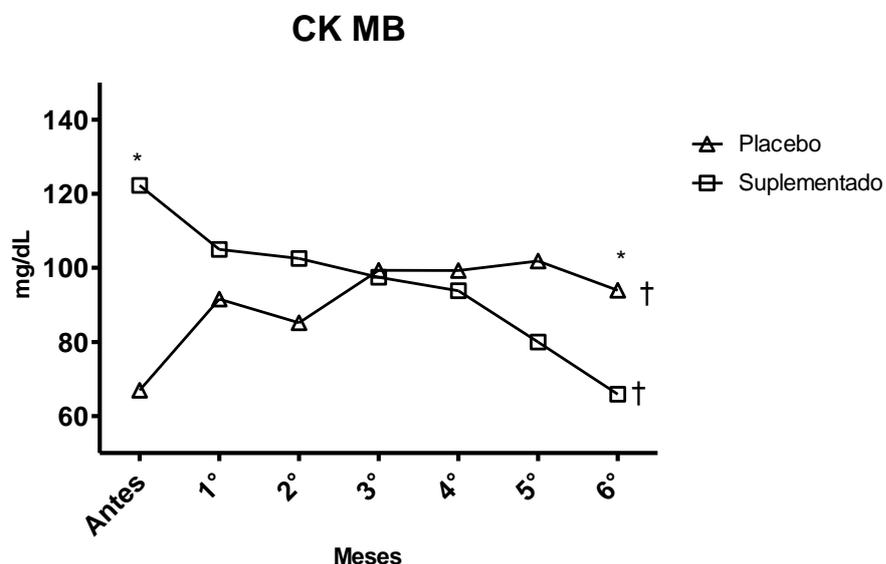


FIGURA 5.3 – CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE CK MB NOS GRUPOS C/HMB E PLACEBO.

\* $P \leq 0.05$ . Houve diferença significativa entre os grupos (HMB e PLB) nos momentos Antes e 6° mês ( $p=0,005$  e  $p<0,0001$  respectivamente). Houve diferença significativa entre o ponto zero (antes) e 6° mês para os grupos HMB e PLB ( $p<0,0001$  e  $p=0,0004$  respectivamente†) Fonte: Autor da Tese.

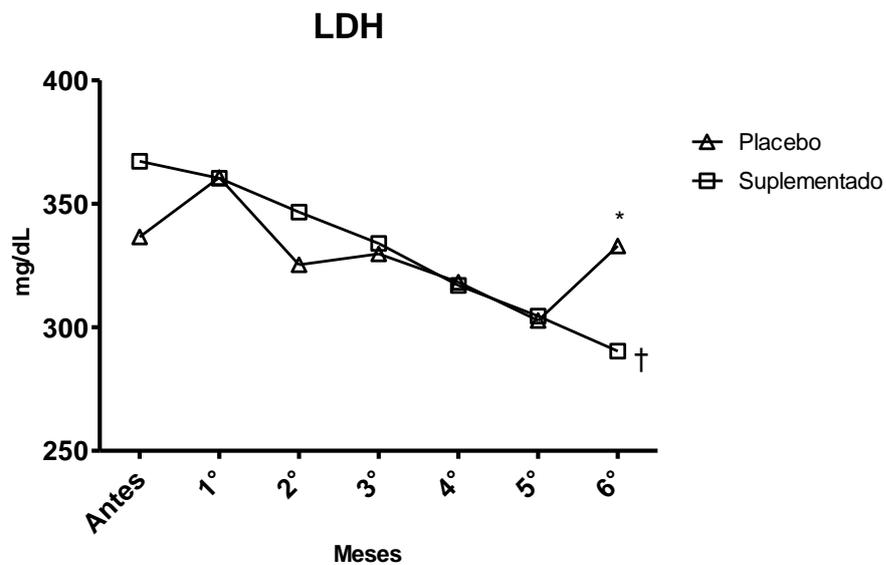


FIGURA 5.4 – CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE LDH NOS GRUPOS C/HMB E PLACEBO.

\* $P \leq 0.05$ . Houve diferença significativa entre os grupos (HMB e PLB) no momento 6° mês ( $p=0,0030$ ). Houve diferença significativa entre o ponto zero (antes) e 6° mês para o grupo HMB ( $p=0,0012$  †) Fonte: Autor da Tese.

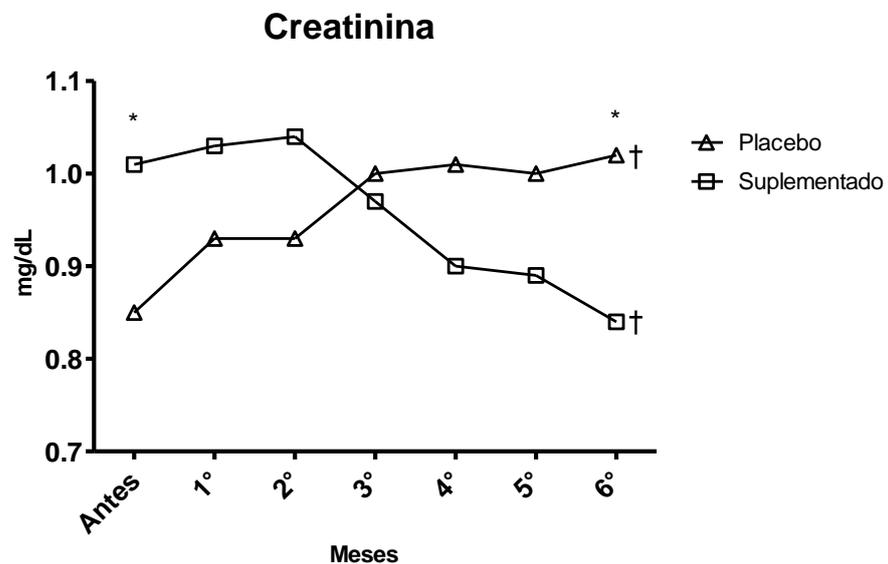


FIGURA 5.5 – CREATITINA PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO.

\* $P \leq 0.05$ . Houve diferença significativa entre os grupos (HMB e PLB) nos momentos Antes e 6° mês ( $p=0,0034$  e  $p=0,0008$  respectivamente). Houve diferença significativa entre o ponto zero (antes) e 6° mês para os grupos HMB e PLB ( $p < 0,0001$  e  $p=0,0285$  respectivamente †) Fonte: Autor da Tese.

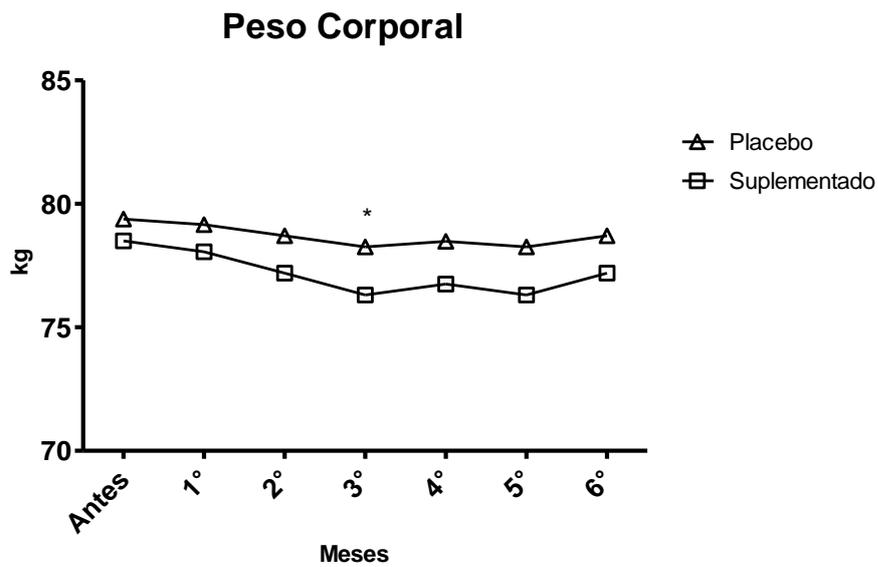


FIGURA 5.6 – PESO CORPORAL PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. Houve diferença significativa entre os grupos (HMB e PLB) no momento 3º mês ( $p=0,0096$ ). \* $P\leq 0.05$ . Fonte: Autor da Tese.

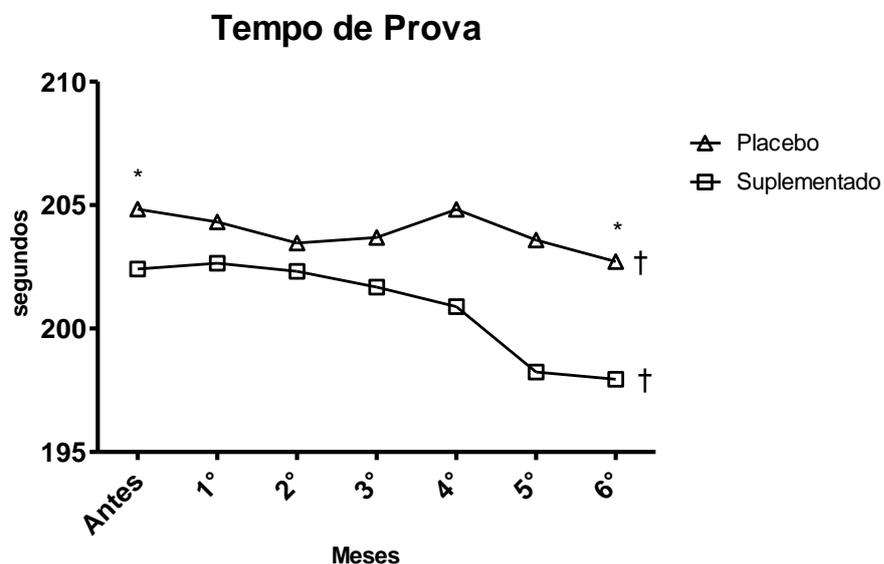


FIGURA 5.7 – % GORDURA PARA OS GRUPOS C/HMB E PLACEBO. \* $P\leq 0.05$ . Houve diferença significativa entre os grupos (HMB e PLB) nos momentos Antes e 6º mês ( $p=0,0201$  e  $p=0,0309$  respectivamente). Houve diferença significativa entre o ponto zero (antes) e 6º mês para os grupos HMB e PLB ( $p=0,0051$  e  $p=0,0126$  respectivamente†) Fonte: Autor da Tese.

## 5.5. DISCUSSÃO

O presente estudo identificou redução não significativa em relação às concentrações de triacilgliceróis, HDL e LDL para ambos os grupos (c/HMB e Placebo) após seis meses de acompanhamento, corroborando com os achados de Nissen, 1994 (NISSEN et al., 1994) e confirmando as hipóteses de Portal (2010) (PORTAL et al., 2010). Em outro estudo de Nissen (1996) (NISSEN et al., 1996a) foi relatado que a suplementação com HMB (37,5 mg/dia/kg) casou modificações significativas na função muscular em relação à força e a composição corporal (3,10% de aumento de massa magra,  $p < 0,01$ ; -7,3% redução de massa de gordura,  $p < 0,03$ ) em resposta ao treinamento de resistência intensa, independentemente do estado inicial de treinamento dos avaliados.

No estudo de Portal (2011) (PORTAL et al., 2011) foi encontrado um aumento significativo para massa magra em atletas de elite de voleibol quando suplementados com HMB (37,5 mg/dia/kg) durante sete semanas. Considerando que a força em atletas treinados tem menos potencial de ganhos quando comparados a atletas não treinados (HÄKKINEN, 1985), estudos (KREIDER, 1999; LEFAVI et al., 1992; LEMON et al., 1992; NISSEN et al., 1994; NISSEN et al., 1996a; NISSEN et al., 1997b; TARNOPOLSKY et al., 1992) mostram que atletas suplementados com HMB (37,5 mg/dia/kg) em sete semanas de treinamento aumentaram significativamente a massa livre de gordura (aproximadamente 2,7kg;  $p < 0,05$ ) obtendo confirmação nos achados no presente estudo. Os atletas suplementados (c/HMB) perderam 2,2 kg de massa gorda. O grupo Placebo teve uma variação de perda, porém não foi considerada estatisticamente significativa.

Ainda que escassos, os dados encontrados sobre o aumento da força em indivíduos suplementados, sugerem que o aumento da massa magra é muito importante para inúmeras modalidades esportivas, dentre elas a canoagem. A canoagem, (NISSEN et al., 1996c) possui a necessidade de grande acúmulo de reserva energética. Dessa forma, o volume de massa magra é fundamental. Em particular, o evento estudado, K1–1.000m na canoagem há inúmeros momentos que são caracterizados por aumento na intensidade de contração muscular e da velocidade, necessitando de maior recrutamento de fibras musculares do tipo II.

Assim, por consequência há mobilização das reservas de fosfocreatina para a regeneração de ATP, resultando em elevação das concentrações séricas de

creatinina (BRAHM et al., 1997; HANSEN et al., 1982b; NOAKES, 1987b) havendo corroboração dos achados no presente estudo em ambos os grupos (c/HMB e Placebo).

Sabe-se que o treinamento de alta intensidade pode exigir força excessiva, esse fato pode causar sobrecarga nos músculos e os sistemas contráteis podem se romper estruturalmente (BRITES et al., 2004b; ECHEGARAY et al., 2001b; KRATZ et al., 2002b; SIEGEL et al., 1995b; SIEGEL et al., 1997b). Isso gera maior infiltração de neutrófilos, e conseqüentemente a liberação de proteínas celulares para a circulação, como, por exemplo, a creatina quinase.

O aumento da atividade de enzimas musculares no plasma assim como de LDH, CK total e frações, pode ser uma resposta fisiológica típica diante de exercícios físicos intensos e que geralmente podem ser usados como marcadores de lesão muscular (FRANÇA et al., 2006b). Houve redução da LDH em ambos os grupos (c/HMB e Placebo), contudo mais acentuado para o grupo c/HMB (-20,92%) corroborando com os valores apresentados no estudo de Wilson (2009) (WILSON et al., 2009) onde foram suplementados 16 homens treinados suplementados com HMB (3g/d) e nos estudos de Nissen (1996) e Rice (1995) (NISSEN et al., 1996c; RICE et al., 1995).

A atividade das enzimas LDH e CK total são consideradas importantes marcadores de lesão muscular, no entanto, seus valores isolados como marcadores são relativos, pois são parâmetros bastante indiretos e pouco específicos. Além disso, variações na atividade diferem em marcação de acordo com as condições de volume e intensidade dos treinamentos (BOUNDS et al., 2000). No grupo Placebo houve aumento, contudo não significativo e no grupo c/HMB teve redução (-16%;  $p < 0,05$ ) confirmando os achados em encontrado por Nissen (1997) (NISSEN et al., 1997b).

O dano muscular pelo exercício é caracterizado pela diminuição na produção de força muscular, aumento da atividade sérica da CK, rompimento de fibras musculares, inflamação e aumento na atividade de enzimas proteolíticas. A elevação da CK pode estar relacionada com microtrauma adaptativo que em atletas altamente treinados, pode ser resposta constante, capaz de acelerar o turnover das fibras musculares. Se a carga de trabalho for repetida ao longo do tempo, esse dano muscular é reduzido e o atleta desenvolve adaptação na musculatura esquelética, caracterizada por redução na liberação de CK. Isso pode justificar a queda das

concentrações de CK total a partir do quarto mês de treinamento no presente estudo, havendo recuperação mais rápida da função muscular (NUNAN et al., 2010).

Em relação às concentrações de CK total, houve redução, não significativa, no grupo c/ HMB corroborando a hipótese de Nissen (1997) (NISSEN et al., 1997b) sobre a melhora do metabolismo protéico com a utilização de HMB. Por outro lado, no grupo Placebo houve aumento discreto (+2,01%), contudo não significativo.

A análise dos resultados da atividade da CK-MM mostrou aumento, e essa liberação para a corrente circulatória é mais específica para sobrecarga muscular quando comparada à CK total (BOUNDS et al., 2000; BRITES et al., 2004b; KRATZ et al., 2002b; SIEGEL et al., 1997b). O grupo c/HMB apresentou queda progressiva ao longo dos meses sugerindo novamente efeito protetor da suplementação com HMB ante o catabolismo imposto pelos exercícios de resistência no treinamento (VUKOVICH, 1997). Inúmeras hipóteses foram estabelecidas a fim de explicar o microtrauma adaptativo, dentre elas, pressupõe-se a ocorrência de sobrecarga metabólica em que a necessidade por ATP se tornaria mais alta do que a sua taxa de produção; outra teoria propõe que a lesão muscular possa ser causada por forças mecânicas, como os presentes na contração excêntrica, capazes de romper a arquitetura muscular; outra propõe a elevação de mediadores de inflamação e estresse oxidativo (BOUNDS et al., 2000; BRITES et al., 2004b; KRATZ et al., 2002b; SIEGEL et al., 1997b). As concentrações de CKMB apresentaram o mesmo comportamento que CKMM para ambos os grupos.

O aumento na concentração sérica de CK-MB pode acontecer devido às formas atípicas de CK, como, por exemplo, a macro-CK, que é um complexo formado por CK-BB ligado a imunoglobulinas (IgA, IgG), cuja a presença pode provocar aparente elevação na atividade de CK-MB.

A análise da concentração sérica de ferro mostrou redução em ambos os grupos, porém considerada não significativa, sendo mais acentuada no grupo c/HMB. A hiperatividade da cadeia de transporte de elétrons (rica em citocromos), juntamente a um variável grau de hemólise, pode promover extravasamento de proteínas ricas em ferro (MATEO et al., 2000b). Esse déficit de ferro poderia comprometer o transporte de oxigênio, desencadeando perda de rendimento atlético. Mesmo havendo melhora, estatisticamente não significativa no tempo oficial de prova, não foi avaliada a capacidade aeróbica dos atletas. Na canoagem, o principal índice é o

tempo de prova (BONETTI et al., 2006; LIOW et al., 2003b) onde a diferença entre os competidores em uma final em campeonatos internacionais é cerca de um segundo.

Observamos que durante o estudo houve redução de 4,45s (-2,19%) para o grupo c/HMB e de 2,13s (-1,04%) para o grupo Placebo no tempo de prova oficial, considerado de grande relevância (SIEGEL et al., 1997b). Não é possível dizer que esta melhora foi devida à suplementação com HMB, contudo nos parâmetros bioquímicos e da composição corporal apresentados no estudo direcionam para tal, haja vista que uma melhora de aproximadamente 4s em uma embarcação olímpica é muito expressiva, quando comparado no cenário internacional.

## 5.6. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que a suplementação com HMB na dose de 37,5 mg/dia/ kg corporal, podem potencializar o aumento de massa livre de gordura em consonância com ganhos de força associados à formação de resistência em atletas já treinados e de alto desempenho. O mecanismo correto pelo qual isso pode ocorrer ainda é desconhecido, mas estes resultados apresentados indicaram que pode haver redução nos danos do músculo esquelético. Houve resposta perante a melhora de performance esportiva maior para o grupo suplementado e com o mesmo programa de treinamento. Ao analisar o ponto zero (antes) chamou atenção que o grupo HMB sempre teve valores superiores ao grupo PLB, isso nos remete a uma variação não controlada podendo ser explicada pela variação gênica, pois trata-se de atletas de alta performance, dessa forma trata-se variabilidade gênica, o qual não existe uma explicação biológica. Isso não é exclusivo na bioquímica, esse fato é encontrado com frequência nas avaliações de interleucinas.

Embora as evidências científicas sejam animadoras, existe a clara necessidade de mais estudos controlados e de longa duração para verificar se a suplementação com HMB pode ter efeito na melhora da resistência e desenvolvimento da hipertrofia muscular associado ao treinamento de resistência.

## 6. CONCLUSÕES FINAIS

O estudo teve como finalidade analisar os efeitos da suplementação de HMB sob o olhar da bioquímica, fisiologia e biomecânica em atletas competitivos de canoagem. Em relação aos marcadores de dano muscular em apenas uma prova, nota-se que houve, após quinze minutos do término da prova, um aumento em relação às variáveis CK total e frações e da mesma forma para LDH, considerando que a prova de K1 1.000 para homens produz, quando em nível competitivo, dano a arquitetura das células musculares, devendo dar mais atenção aos recursos que visa a recuperação do atleta entre as provas.

No que diz respeito a eficiência mecânica da modalidade, o teste proposto de remada atada mostrou-se capaz de prever performance em todos os instantes dos ciclos da remada. O pico de força apresentou queda durante toda a avaliação provavelmente por dificuldade na estratégia de aumento ou manutenção no final do teste para sustentar a velocidade, visto que não possuíam acompanhamento dos instantes da prova. A diferença de aplicação de força entre hemicorpos (direito e esquerdo) manteve-se em igual proporção durante todos os instantes da prova (início, meio e fim). Tal achado indicou que a fadiga que se instala ao longo da prova não influencia as diferenças na capacidade de gerar força propulsiva entre os segmentos.

Os indivíduos quando submetidos à suplementação com HMB, o grupo suplementado (c/HMB) mostrou um ganho de massa livre de gordura e aumento síntese proteica, indicando o HMB como possível efeito anticatabólico. Houve uma redução de lipoproteínas (colesterol) no grupo suplementado (C/HMB) parece reforçar as hipóteses de que o HMB possa estar ligado na síntese do colesterol. Os achados do presente estudo contribuem com a modalidade competitiva com o indicativo da existência de variáveis sobre a curva força-tempo entre hemicorpos e alerta para uma atenção em estratégias de recuperação entre as provas, a fim de otimizar a performance atlética dos atletas, posto que são variáveis relevantes e de alto impacto quando alto nível de competição. O presente estudo alerta pela necessidade de mais estudos com a suplementação de HMB, pois parece ter efeito sobre a síntese proteica, via pela qual ainda não está muito esclarecida.

Com base nos resultados e nas evidências científicas conclui-se que mesmo que escassa as evidências científicas parece que o c/HMB ser eficiente. Contudo parece não se tratar apenas de ganho de massa livre de gordura e melhoria do

estado metabólico geral, mas sim, de ganhos efetivos para o sistema imunológico aumentando a capacidade de resistência do organismo. Ainda existem inúmeras lacunas de conhecimento sobre o tema: que com alguns procedimentos poderiam ajudar a respondê-las, como: eletroforese - método "SDS-PAGE"; imunoblotting; cultivo celular e avaliação da proliferação de linfócitos; citometria de fluxo estimuladas com ConA; diacetato de 5-carboxifluriceína (CFDA); marcação de linfócitos com anticorpos para CD4, CD8, CD25 e CD95, análises das expressões (TNF $\alpha$ , IL 1, IL 2, IL6, ERK I e ERKII). Um dado de grande relevância é o esclarecimento das vias de metabolização do HMB (HMG-CoA para a HMG-CoA redutase) que avançará na bioquímica do câncer e nas disfunções imunológicas que possam ser atenuadas pelo exercício de força além do suporte aos atletas que dependem de alta intensidade de esforço.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVA, T. F.; NIKITINA, T. M.; CHAFANOVA, E. I. Impressões Dermatoglíficas - Marcas genéticas na seleção nos tipos de esportes // Atualidades na preparação de atletas nos esportes cíclicos. . **Coletânea de artigos científicos Volvograd**, v. 2, p. 86-91, 1995a.
- ABRAMOVA, T. F.; NIKITINA, T. M.; IZAAK, S. I.; KOCHETKOVA, N. I. [Asymmetry of signs of finger dermatoglyphics, physical potential and physical qualities of a man]. **Morfologiya**, v. 118, n. 5, p. 56-9, 2000.
- ABRAMOVA, T. F.; NIKITINA, T. M.; OZOLIN, N. N. Possibilidade de utilização das Impressões Dermatoglíficas na seleção desportiva. **Teoria e prática da cultura física**, v. 3, p. 10-15, 1995b.
- ACKLAND, T. R.; ONG, K. B.; KERR, D. A.; RIDGE, B. Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. **J Sci Med Sport**, v. 6, n. 3, p. 285-94, Sep 2003.
- AITKEN, D. A.; NEAL, R. J. An on-water analysis system for quantifying stroke force characteristics during kayak events. **International Journal of Sport Biomechanics**, v. 8, n. 165-173, 1992.
- AL-MAJID, S.; MCCARTHY, D. O. Cancer-induced fatigue and skeletal muscle wasting: The role of exercise. **Biolog. Res. Nurs.**, v. 2, n. 3, p. 186-197, 2001.
- ALBERTY, M.; SIDNEY, M.; PELAYO, P.; TOUSSAINT, H. M. Stroking characteristics during time to exhaustion tests. **Medicine & Science in Sports & Exercise.**, v. 41, n. 3, p. 637-644, 2009.
- ANTHONY, J. C.; LANG, H. C.; CROZIER, S. J.; ANTHONY, T. G.; MACLEAN, D. A.; KIMBAL, S. R.; JEFFERSON, L. S. Contribution of insulin to the translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, v. 282, p. 1092-1101, 2002.
- ANTONY, J. C.; ANTONY, T. G.; KIMBAL, S. R.; JEFFERSON, L. S. Signaling pathways involved in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. **J. Nutr.**, v. 131, p. 856-860, 2001.
- ARGILÉS, J. M.; ALVAREZ, B.; LOPES-SORIANO, F. J. The metabolism basis of cancer cachexia. **Med. Res. Rev.**, v. 17, n. 5, p. 477-498, 1997.
- ARONSON, D.; BOPPART, M. D.; DUFRESNE, S. D.; FIELDING, R. A.; GOODYEAR, L. J. Exercise stimulates c-Jun NH2 kinase activity and c-Jun transcriptional activity in human skeletal muscle. **Biochem. Biophys. Res. Commun.**, v. 251, p. 106-110, 1998.
- AUGUSTINHO, A.; DIANNO, M. V.; DUARTE, C. R. **Características de aptidão física de praticantes de canoagem do sexo masculino de diferentes níveis.** Anais da bienal de ciências do esporte: São Paulo 1989.

BAAR, K.; ESSER, K. Phosphorylation of p70(S6k) correlates with increased skeletal muscle mass following resistance exercise. **Am. J. Physiol.**, v. 276, p. 120-127, 1999.

BAKER, J. Evaluation of biomechanic performance related factors with onwater tests. **International Seminar on Kayak-Canoe Coaching and Science**, p. 55-60, 1998.

BARACOS, V. E. Management of muscle wasting in cancer-associated cachexia. **Cancer.**, n. 92, p. 1669-1677, 2001.

BARBOSA, T. M.; VILAS-BOAS, J. P. Estudo de diversos conceitos de eficiência da locomoção humana no meio aquático **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.**, v. 3, n. 337, 2001.

BILLAT, V.; FAINA, M.; SARDELLA, F.; MARINI, C.; FANTON, F.; LUPO, S.; FACCINI, P.; DE ANGELIS, M.; KORALSZTEIN, J. P.; DALMONTE, A. A comparison of time to exhaustion at VO<sub>2</sub> max in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners. **Ergonomics**, v. 39, n. 2, p. 267-77, Feb 1996.

BIOLO, G.; TESSARI, P.; INSHIOSTRO, S.; BRUTTMESSO, C.; FONGHER, C.; SABADIN, L.; FRATTON, M. G.; VALERIO, A.; TIENGO, A. Leucine and phenylalanine kinetics during mixed meal ingestion. A multiple tracer approach. **Am. J. Physiol.**, v. 262, p. E455-E463, 1992a.

BIOLO, G.; TESSARI, P.; INSHIOSTRO, S.; BRUTTMESSO, C.; FONGHER, C.; SABADIN, L.; FRATTON, M. G.; VALERIO, A.; TIENGO, A. Leucine and phenylalanine kinetics during mixed meal ingestion. A multiple tracer approach. **Am. J. Physiol.**, v. 262, p. 455-63, 1992b.

BISHOP, D.; BONETTI, D.; DAWSON, B. The influence of pacing strategy on VO<sub>2</sub> and supramaximal kayak performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 6, p. 1041-7, Jun 2002.

BOLOGUM, J. A. Grip strength: effects of testing posture and elbow position. **archive physical Medical Rehabilitation**, v. 72, p. 280-283, 1991.

BONETTI, D. L.; HOPKINS, W. G.; KILDING, A. E. High-intensity kayak performance after adaptation to intermittent hypoxia. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 1, n. 3, p. 246-60, 2006.

BOUNDS, R.; GRANDJEAN, P.; O'BRIEN, B.; INMAN, C.; CROUSE, S. Diet and short term plasma lipoprotein-lipid changes after exercise in trained Men. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v. 10, n. 2, p. 114-27, 2000.

BRAHM, H.; PIEHL-AULIN, K.; LJUNGHALL, S. Bone metabolism during exercise and recovery: the influence of plasma volume and physical fitness. **Cal Tissue Int**, v. 61, n. 3, p. 192-8, 1997.

BRITES, F.; VERONA, J.; DE GEITERE, C.; FRUCHART, J.; CASTRO, G.; WIKINSKI, R. Enhanced cholesterol efflux promotion in well-trained soccer players. **Metabolism**, v. 53, n. 10, p. 1262-7, 2004a.

BRITES, F.; VERONA, J.; DE GEITERE, C.; FRUCHART, J. C.; CASTRO, G.; WIKINSKI, R. Enhanced cholesterol efflux promotion in well-trained soccer players. **Metabolism**, v. 53, n. 10, p. 1262-7, 2004b.

BUDGETT, R. The overtraining syndrome. **Coaching Focus**, v. 28, p. 4-6, 1995.

BUDGETT, R. Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. **BJM**, v. 32, p. 107-110, 1998.

CAPUTO, F.; LUCAS, R. D.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 8, n. 3, p. 7-13, 2000.

CARSON, J. A.; WEI, L. Integrin signaling's potential for mediating gene expression in hypertrophying skeletal muscle. **J.Appl. Physiol.**, v. 88, p. 337-343, 2000.

CASTANHEDE, A. L. K.; DANTAS, P. M. S.; FERNANDES FILHO, J. Perfil dermatoglífico e somatotípico de atletas de futebol de campo masculino de alto rendimento no Rio de Janeiro - Brasil. **fitness & performance journal**, v. 2, n. 4, p. 234-9, 2003.

CASTRO, F. A. S.; GUIMARÃES, A. C.; MORÉ, F. C.; M., L. H.; MARQUES, A. C. Cinemática do nado crawl sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 19, n. 3, p. 223-232, 2005.

CHOLLET, D.; CHALIES, S.; CHATARD, J. C. A new index of coordination for the crawl: Description and usefulness. **International Journal of Sports Medicine**, v. 21, p. 54-59, 2000.

CLARK, E. A.; BRUGGE, J. S. Integrins and signal transduction pathways: the road taken. **Science.**, v. 268, p. 233-239, 1995.

CLARK, R. H.; FELEKE, G.; DIN, M.; YASMIN, T.; SINGH, G.; KHAN, F. A.; RATHMACHER, J. A. Nutritional treatment for acquired immunodeficiency virus-associated wasting using beta-hydroxy-beta-methylbutyrate, glutamine and arginine: a randomized, double-blind, placebo controlled study. **J. Parenter Enteral Nutr.**, v. 24, n. 3, p. 133-139, 2000.

CLEAVE, P. Plasma Cardiac Troponin Concentrations after extreme exercise. **Clinical Chemistry**, v. 47, p. 608-610, 2001.

COLWIN, C. M. **Nadando para o século XXI**. São Paulo: Manole, 2000.

COOPER, R.; NACLERIO, F.; ALLGROVE, J.; JIMENEZ, A. Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. **J Int Soc Sports Nutr**, v. 9, n. 1, p. 33, 2012.

COSTELLI, P.; TESSITORE, L.; BATETA, B.; MULAS, M. F.; SPANO, O.; PANI, P.; BACCINO, F. M.; DESSI, S. Alterations of lipid and cholesterol metabolism in cachectic tumor-bearing rats are prevented by insulin. **J. Nutr.**, v. 129, p. 700-706, 1999.

CROWE, M. J.; O'CONNOR, D. M.; LUKINS, J. E. The effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) and HMB/ Creatine supplementation on indices of health in highly trained athletes. **Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.**, v. 13, n. 2, p. 184-197, 2003.

DANTAS, P. M. S.; FERNANDES FILHO, J. Identificação dos perfis genéticos, aptidão física e somatotípico que caracterizam atletas masculinos, de alto rendimento participantes do futsal adulto, no Brasil. **fitness & performance journal**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2002.

DAVID, K. L.; WILLIAN, G. K. Velocity specificity of wheigth training for kayak sprint performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 7, n. i, p. 1232-7, 2003.

DE FEO, P.; HORBER, P. F. F.; HAYMOND, M. W. Meal stimulate albumin synthesis: a significant contributor to wrole body protein synthesis in humans. **Am. J. Physiol**, v. 283, p. 794-799, 1992a.

DE FEO, S.; HORBER, P. F. F.; HAYMOND, M. W. Meal stimulate albumin synthesis: a significant contributor to whole body protein synthesis in humans. **Am. J. Physiol.**, v. 263, p. E794-799, 1992b.

DURWARD, B. R. **Movimento funcional humano: mensuração e análise**. São Paulo: Manole, 2001.

DWORZAK, F.; FERRARI, P.; GAVAZZI, C.; MAIORANNA, C.; BOZZETTI, F. Effects of cachexia due to cancer on whole body and skeletal muscle protein turnover. **Cancer.**, v. 82, n. 42-48, 1998.

EBRAN, P. L. **Manual de análises bioquímicas**. 2004.

ECHEGARAY, M.; RIVERA, M. Role of creatine kinase isoenzymes on muscular and cardiorespiratory endurance. Genetic and molecular evidence. **Sports Med**, v. 31, n. 13, p. 919-34, 2001a.

ECHEGARAY, M.; RIVERA, M. A. Role of creatine kinase isoenzymes on muscular and cardiorespiratory endurance. **Sports Med**, v. 31, n. 13, p. 919-34, 2001b.

FARRELL, P. A.; FEDELE, M. J.; VARY, T. C.; KIMBALL, S. R.; LANG, C. H.; JEFFERSON, L. S. Regulation of protein synthesis after acute resistance exercise in diabetic rats. **Am J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, v. 276, n. E721-E727, 1999.

FARRELL, P. A.; HERNANDEZ, J. M.; FEDELE, M. J.; VARY, T. C.; KIMBALL, S. R.; JEFFERSON, L. S. Eukaryotic initiation factors and protein synthesis after resistance exercise in rats. **J. Appl. Physiol.**, v. 88, p. 1036-1042, 2000.

FERREIRA, A. A. M.; FERNANDES FILHO, J. Corrida de Orientação: Caracterização dermatoglífica e somatotípica de alto rendimento da região sul do Brasil. **fitness & performance journal**, v. 2, n. 3, p. 145-150, 2003.

FERREIRA, H. F.; FERNANDES FILHO, J. Diagnóstico das qualidades físicas básicas e somatotopia da Seleção Brasileira de Canoagem Slalom. **FIEP Bulletin**, v. 21, p. 190-199, 2005.

FERREIRA, H. F.; FERNANDES FILHO, J. Diagnostico da predominância do tipo de fibra muscular da seleção brasileira de canoagem slalom através da Dermatoglia. **FIEP Bulletin**, v. 77, p. 273-275, 2007a.

FERREIRA, H. F.; FERNANDES FILHO, J. Diagnóstico da via metabólica predominante da seleção brasileira de canoagem slalom através da dermatoglia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 30, n. especial, 10/2007 2007b.

FERREIRA, H. F.; FERNANDES FILHO, J.; ROQUETTI, P. F. Diagnóstico do Potencial Genético da Seleção Brasileira de Canoagem Slalom através da Dermatoglia. **FIEP Bulletin**, v. 76, p. 110-114, 2006.

FEWTRELL, L.; GODFREE, A. F.; JONES, F.; KAY, D.; SALMON, R. L.; WYER, M. D. Health effects of white-water canoeing. **Lancet**, v. 339, n. 8809, p. 1587-9, Jun 27 1992.

FLUCK, M.; CARSON, J. A.; GORDAN, S. E.; ZIEMIECKI, A.; BOOTH, F. W. Focal adhesion proteins FAK and paxillin increase in hypertrophied skeletal muscle. **Am. J. Physiol. Cell Physiol.**, v. 277, p. C152-C162, 1999.

FLUCKEY, J. D.; ENEVOLDSEN, L. H.; GALBO, H. Insulin action on rates of muscle protein synthesis following eccentric, muscle-damaging contractions. **Acta Physiol Scand.**, v. 173, p. 379-384, 2001.

FONSECA, C. L. T.; DANTAS, P. M. S.; FERNANDES, P. R.; FERNANDES FILHO, J. Perfí dermatoglífico, somatotípico e da força explosiva de atletas da seleção brasileira de voleibol feminino. **fitness & performance journal**, v. 7, n. 1, p. 35-40, 2008.

FONTES, E. B. Análise dos resultados da canoagem de velocidade nas Olimpíadas de Sidney' 2000 (Final K1 1000m Masculino). **Anais do XXIV Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**, p. 128, 2001.

FONTES, E. B.; BORGES, T. O.; ALTIMARI, L. R.; MELO, J. C.; OKANO, A. H.; CYRINO, E. S. Influência do número de coordenadas e da seleção de distâncias na determinação da velocidade crítica na canoagem de velocidade. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 10, p. 161, 2002.

FRANÇA, S.; NETO, T.; AGRESTA, M.; LOTUFO, R.; KATER, C. Resposta divergente da testosterona e do cortisol séricos em atletas masculinos após uma corrida de maratona. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v. 50, n. 6, p. 1082-6, 2006a.

FRANÇA, S. C. A.; NETO, T. L. B.; AGRESTA, M. C.; LOTUFO, R. F. M.; KATER, C. E. Resposta divergente da testosterona e do cortisol séricos em atletas masculinos após uma corrida de maratona. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v. 50, n. 6, p. 1082-6, 2006b.

GALLAGHER, P. M.; CARRITHERS, J. A.; GODARD, M. P.; SCHULZE, K. E.; TRAPPE, S. W.  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate: supplementation during resistance-training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 31, p. 402, 1999.

GALLAGHER, P. M.; CARRITHERS, J. A.; GODOARD, M. P.; SCHULZE, K. E.; TRAPPE, S. W.  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirate ingestion, part II: effects on hematology, hepatic and renal function. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 32, n. 12, p. 2116-9, 2000.

GAUTSCH, T. A.; ANTHONY, J. C.; KIMBALL, S. R.; PAUL, G. L.; LAYMAN, D. K.; JEFFERSON, L. S. Eukaryotic initiation factor 4E availability regulates skeletal muscle protein synthesis during recovery from exercise. **Am. J. Physiol.**, v. 274, p. C406-C414, 1998a.

GAUTSCH, T. A.; ANTONHY, J. C.; KIMBALL, S. R.; PAUL, G. L.; LAYMAN, D. K.; JEFFERSON, L. S. Eukaryotic initiation factor 4E availability regulates skeletal muscle protein synthesis during recovery from exercise. **Am. J. Physiol**, v. 274, p. 406-414, 1998b.

GLACE, B. W.; MURPHY, C. A.; MC HUGH, M. P. Food intake and electrolyte states of ultramarathoners competing in extreme heat. **Journal of American College of Nutrition**, v. 21, n. 6, p. 553-559, 2002.

GLEESON, M. Biochemical and immunological markers of overtraining. **Journal of Sports Sci. And Med.**, v. 1, p. 31-41, 2002.

GOBBO, L. A. **Avaliação e predição do desempenho na canoagem slalom: uma proposta metodológica**: Universidade Estadual de Londrina 2003.

GOBBO, L. A.; PAPST, R. P.; CARVALHO, F. O.; SOUZA, C. F.; CUATTRIN, S. A.; CYRINO, E. S. Perfil antropométrico da Seleção Brasileira de Canoagem. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 10, p. 7-12, 2002.

GOLL, D. E.; THOMPSON, V. F.; TAYLOR, R. G.; CHRISTIANSEN, J. A. Role of the capain system in muscle growth. **Biochemie**, v. 74, p. 225, 1992.

GONÇALVES, V. L. **Treinamento em Hidroginástica**. Ícone, 1996.

GRANDJEAN, P. W.; CROUSE, S. F.; ROHACK, J. J. Influence of cholesterol status on blood lipid and lipoprotein enzyme responses to aerobic exercise. **J. Appl. Physiol.**, v. 89, p. 472-480, 2000.

GRAY, G. L.; MATHESON, G. O.; MCKENZIE, D. C. The metabolic cost of two kayaking techniques. **Int J Sports Med**, v. 16, n. 4, p. 250-4, May 1995.

GRUNE, T.; BLASIG, I. E.; SITTE, N.; ROLOFF, B.; HASELOFF, R.; DAVIES, K. Peroxynitrite increases the degradation of aconitase and other cellular proteins by proteasome. **J. Biol. Chem.**, v. 273, n. 18, p. 10857-10862, 1998.

GUTTRIDGE, D. C.; MAYO, M. W.; MADRID, L. V.; WANG, C. Y.; BALDWIN, A. S. J. NF-kappaB-induced loss of MyoD messenger RNA: possible role in muscle decay and cachexia. **Science**, v. 289, n. 2363-2366, 2000.

HÄKKINEN, K. Factors influencing trainability of muscular strength during short term and prolonged training. **Natl Strength Cond Assoc J**, v. 7, p. 32-7, 1985.

HALSON, S. L. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. **J. Appl. Physiol.**, v. 93, p. 947-956, 2002.

HANSEN, K.; BJERRE-KNUDSEN, J.; BRODTHAGEN, U.; JORDAL, R.; PAULEV, P. Muscle cell leakage due to long distance running. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 48, n. 2, p. 177-88, 1982a.

HANSEN, K. N.; BJERRE-KNUDSEN, J.; BRODTHAGEN, U.; JORDAL, R.; PAULEV, P. E. Muscle cell leakage due to long distance running. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 48, n. 2, p. 177-88, 1982b.

HAY, J. G.; REID, J. G. **As Bases Anatômicas e Mecânicas do Movimento Humano**. Prentice-Hall do Brasil,, 1985.

HERSH, E. V.; MOORE, P. A.; ROSS, G. L. Over-the-counter analgesics and antipyretics: a critical assessment. **Clin. Ther.**, v. 22, p. 500-548, 2000.

HUNTER, A.; COCHRANE, J.; SACHLIKIDIS, A. Canoe slalom competition analysis. **Sports Biomech**, v. 7, n. 1, p. 24-37, Jan 2008.

INGER, D. E. Tensegrity: the architectural basis of cellular mechanotransduction. **Annu. Rev. Physiol.**, v. 59, p. 575-599, 1997.

JOÃO, A.; FERNANDES FILHO, J. Identificação do perfil genético, somatotípico e psicológico das atletas brasileiras de ginástica olímpica feminina de alta qualificação esportiva. **fitness & performance journal**, v. 1, n. 2, p. 12-20, 2002.

JOWKO, E.; OSTASZEWSKI, P.; JANK, M.; ZIENIEWICZ, A.; WILCZAK, J.; NISSEN, S. Creatine and 3-hydroxy-3methylbutyrate (HMB) additively increase lean body mass and strength during a weight training program. **Nutrition**, v. 17, p. 558-566, 2001.

KALRA, P. S.; EDWARDS, T. G.; XU, B.; JAIN, M.; KALBA, S. P. The anti-gonadotropic effects of cytokines: the role of neuropeptides. **Domest Anim Endocrinol.**, v. 15, n. 5, p. 321-332, 1998.

- KEMECSEY, G. Sprint kayak technique. **Journal Applied Physiology**, v. 31, n. 6, p. 834-838, 1971.
- KERN, P. A.; SAGHIZADEH, M.; ONG, J. M.; BOCH, R. J.; DEEM, R.; SIMSOLO, R. B. The expression of tumor necrosis factor in human adipose tissue: regulation by obesity, weight loss, and relationship to lipoprotein lipase. **J. Clin. Invest.**, v. 95, p. 2111-2119, 1995.
- KHOSLA, T.; MCBROOM, V. C. Age, height and weight of female Olympic finalists. **Br J Sports Med**, v. 19, n. 2, p. 96-9, Jun 1985.
- KIMBALL, S. R.; FARRELL, P. A.; JEFFERSON, L. S. Invited review: role of insulin in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by amino acids or exercise. **J. Appl. Physiol.**, n. 93, p. 1168-1180, 2002.
- KIMBALL, S. R.; VARY, T. C.; JEFFERSON, L. S. Regulation of protein synthesis by insulin. **Annu. Rev. Physiol.**, v. 56, p. 321-348, 1994.
- KNUDSON, D. **Fundamentals of Biomechanics**. Springer, 2007.
- KONIG, D. Zinc, iron and magnesium status in athletes-influence on the regulation of exercise-induced stress and immune function. **Exerc. Immunol Rev**, v. 4, p. 2-21, 1998.
- KRAEMER, W. J.; GORDON, S. E.; FLECK, S. J.; MARCHTELLI, L. J.; MELLO, R.; DZIADOS, J. E.; FRIEDL, K.; HARMAN, E.; MARESH, C.; FRY, A. C. Endogenous anabolic hormonal and growth factors responses to heavy resistance exercise in males and females. **Int. J. Sports Med.**, v. 12, p. 228-235, 1991.
- KRATZ, A.; LEWANDROWSKI, K.; SIEGEL, A.; CHUN, K.; FLOOD, J.; COTT, E. Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. **Am J Clin Pathol**, v. 118, n. 6, p. 856-63, 2002a.
- KRATZ, A.; LEWANDROWSKI, K. B.; SIEGEL, A. J.; CHUN, K. Y.; FLOOD, J. G.; COTT, E. V. Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. **Am J Clin Pathol**, v. 118, n. 6, p. 856-63, 2002b.
- KREIDER, R. B. Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. **Sports Med**, v. 27, p. 97-110, 1999.
- LAURSEN, P. B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? **Scand J Med Sci Sports**, v. 20 Suppl 2, p. 1-10, Oct 2010.
- LECKER, S. H.; SOLOMON, V.; MITCH, W. E.; GOLDBERG, A. L. Muscle protein breakdown and the critical role of the Ubiquitin-Proteasome pathway in normal and disease states. **J. Nutr.**, v. 129, p. 227-237, 1999.

LEFAVI, R. G.; ANDERSON, R. A.; KEITH, R. E. Efficacy of chromium supplementation in athletes: emphasis on anabolism. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v. 2, p. 111-22, 1992.

LEMON, P. W. R.; TARNOPOLSKY, M. A.; MACDOUGALL, J. D. Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. **J Appl Physiol**, v. 73, p. 767-75, 1992.

LIOW, D. K.; HOPKINS, W. G. Velocity specificity of weight training for kayak sprint performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 7, p. 1232-7, Jul 2003a.

LIOW, D. K.; HOPKINS, W. G. Velocity specificity of weight training for kayak sprint performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 7, 2003b.

LLOVERA, M.; CARBÓ, N.; LÓPEZ-SORIANO, J.; GARCIA-MARTÍNEZ, C.; BUSQUETS, S.; ALVAREZ, B.; AGELL, N.; COSTELLI, P.; LÓPEZ-SORIANO, F. J.; CELADA, A.; ARGILÉS, J. M. Different cytokines modulate ubiquitin gene expression in rat skeletal muscle. **Cancer Letters**, v. 133, p. 83-87, 1998a.

LLOVERA, M.; GARCIA-MARTINEZ, C.; LÓPEZ-SORIANO, J.; CARBÓ, N.; AGELL, N.; LÓPEZ-SOBRIANO, F. J.; ARGILÉS, J. M. Role of TNF receptor 1 in protein turnover during cancer cachexia using gene knockout mice. **Mol. Cell. Endocrinol.**, v. 142, p. 183-189, 1998b.

LONG, D.; BLAKE, M.; MC NAUGHTON, L.; ANGLE, B. Hemotological and biochemical changes during a short triathlon competition on novice triathletes. **Jornal Brasileiro de Medicina (JBM)**, v. 88, n. 4, p. 54-60, 1990.

LORITE, M. J.; THOMPSON, M. G.; DRAKE, J. L.; CARLING, G.; TISDALE, M. J. Mechanism of muscle protein degradation induced by a cancer cachectic factor. **Br. J. Cancer.**, v. 78, p. 850-856, 1998.

LUTOSLAWSKA, G.; SENDECKI, W. Plasma biochemical variables in response to 42-km kayak and canoe races. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 30, n. 4, p. 406-11, Dec 1990a.

LUTOSLAWSKA, G.; SENDECKI, W. Variables bioquímicas del plasma en respuesta a regatas de canoa y de kayak de 42km. **J. Sports Med. Phys Fitness**, v. 30, p. 406-11, 1990b.

MACINTYRE, T.; MORAN, A.; JENNINGS, D. J. Is controllability of imagery related to canoe-slalom performance? **Percept Mot Skills**, v. 94, n. 3 Pt 2, p. 1245-50, Jun 2002.

MAGLISCHO, C. W.; MAGLISCHO, E. W. Tethered and nontethered crawl swimming. **ISBS: sports biomechanics**, v. 163, p. 176, 1984.

MAGLISCHO, E. W. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo: Manole, 1999.

MANN, R. V.; KEARNEY, J. T. A biomechanical analysis of the Olympic-style flatwater kayak stroke. **Med Sci Sports Exerc**, v. 12, n. 3, p. 183-8, 1980.

MATEO, R.; LAÍNEZ, M. Anemia do atleta: fisiopatologia do ferro. **Rev Bras Med Esporte**, v. 6, n. 3, p. 108-14, 2000a.

MATEO, R. J. N.; LAÍNEZ, M. G. L. Anemia do atleta: fisiopatologia do ferro. **Rev Bras Med Esporte**, v. 6, n. 3, p. 108-14, 2000b.

MAY, P. E.; BARBER, A.; D'OOOLIMPIO, J. T.; HOURIHANE, A.; ABUMRAD, N. N. Reversal of cancer-related wasting using oral supplementation with a combination of beta-hidroxy-beta-methylbutirate, arginine and glutamine. **Am. J. Surg.**, v. 183, n. 4, p. 471-479, 2002.

MEDINA, M. F. Identificação dos perfis genético e somatotípico que caracterizam atletas de voleibol masculino adulto de alto rendimento no Brasil. **fitness & performance journal**, v. 1, n. 4, p. 12-20, mar-abr 2002.

MEGENEY, L. A.; KABLAR, B.; GARRETT, K.; ANDERSON, J. E.; RUDNICKI, M. A. MyoD is required for myogenic stem cell function in adult skeletal muscle. . **Genes Dev.**, v. 15, p. 1173-1183, 1996.

MICHAEL, J. S.; SMITH, R.; ROONEY, K. B. Determinants of kayak paddling performance. **Sports Biomech**, v. 8, n. 2, p. 167-79, Jun 2009.

MORLEY, J. E. Anorexia, Sarcopenia, and Aging. **Nutrition.**, v. 17, p. 660-663, 2001.

MUTH, N. D. Hiponatremia: Other side of hydration story: Should you drink as much as you can tolerate when exercising? Or is this time-honored advice all wet? **IDEA Fitness Journal**, v. 1, n. 1, p. 10, 2005.

NAIR, K. S.; SCHWARTZ, R. G.; WELLE, S. Leucine as a regulator of whole body and skeletal muscle protein metabolism in humans. **Am J Physiol**, v. 263, p. 928-934, 1992.

NEUMAYR, G. Physiological effects of an ultra-cycle ride in an amateur athlete. A case report. **Journal of Sports Sci. And Med.**, v. 1, p. 20-26, 2002.

NISSEN, S.; ABUMRAD, N. N. Nutritional role of the leucine metabolite beta-hidroxy-beta-methylbutyrate (HMB). . **Nutr, Biochem.**, v. 8, p. 300-311, 1997a.

NISSEN, S.; MORRICAL, D.; FULLER JR, J. C. The effects of the leucine catabolite  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) on the growth and health of growing lambs. **J Animal Sci**, v. 72, n. 1, p. 243, 1994.

NISSEN, S.; PANTON, L.; WILHELM, R. Effects of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) supplementation on strength and body composition of trained and untrained males undergoing intense resistance training. **FASEB Journal**, v. 10, p. 28, 1996a.

NISSEN, S.; PANTON, L.; WILHELM, R.; FULLER, J. Effects of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) supplementation on strength and body composition of trained and untrained males undergoing intense resistance training. **FASEB J.**, v. 9, n. 3, p. 287, 1996b.

NISSEN, S.; SHARP, R.; RAY, M. Effect of leucine metabolite beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on muscle metabolism during resistance exercise training. **J Appl Physiol**, v. 81, p. 2095-104, 1996c.

NISSEN, S. L.; ABUMRAD, N. N. Nutricional role of the leucine metabolite  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutirato (HMB). **Nutr. Biochem.**, v. 8, p. 300-311, 1997b.

NOAKES, T. Effect of exercise on serum enzyme activities in human. **Sports Med**, v. 4, n. 4, p. 245-67, 1987a.

NOAKES, T. D. Effect of exercise on serum enzyme activities in human. **Sports Med**, v. 4, n. 4, p. 245-67, 1987b.

NONNECKE, B.; FRANKLIN, S.; NISSEN, S. Leucine and its catabolites alter mitogen-stimulated DNA synthesis by bovine lymphocytes. **J Nutr**, v. 121, n. 10, p. 1665-72, 1991.

NUNAN, D.; HOWATSON, G.; VAN SOMEREN, K. A. Exercise-induced muscle damage is not attenuated by beta-hydroxy-beta-methylbutyrate and alpha-ketoisocaproic acid supplementation. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 2, p. 531-7, Feb 2010.

NUNES, E. A.; KUCZERA, D.; BRITO, G. A.; BONATTO, S. J.; YAMAZAKI, R. K.; TANHOFFER, R. A.; MUND, R. C.; KRYCZYK, M.; FERNANDES, L. C. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation reduces tumor growth and tumor cell proliferation ex vivo and prevents cachexia in Walker 256 tumor-bearing rats by modifying nuclear factor-kappaB expression. **Nutr Res**, v. 28, n. 7, p. 487-93, Jul 2008.

O'TOOLE, M. L.; DOUGLAS, P. S. Applied Physiology of Triathlon. **Sports Med**, v. 19, n. 4, p. 251-267, 1995.

OLIVER, N.; QUITIN, G.; ROGEZ, J. Le complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau The high level swimmer articular shoulder complex **Ann Readapt Med Phys**, v. 51, n. 5, p. 342-347, 2008.

ONG, K.; ELLIOTT, B.; ACKLAND, T.; LYTTLE, A. Performance tolerance and boat set-up in elite sprint kayaking. **Sports Biomech**, v. 5, n. 1, p. 77-94, Jan 2006.

OSTASZEWSKI, P.; KOSTITUK, S.; BALASINSKA, B.; PAPET, I.; GLOMOT, F.; NISSEN, S. The effect of the leucine metabolite 3-hydroxy-3-methylbutyrate (HMB) on muscle protein synthesis and protein breakdown in chick and rat muscle **J Anim Sci**, v. 74, n. 1, p. 138, 1996.

OSTASZEWSKI, P.; KOSTIUK, S.; BALASINSKA, M.; JANK, M.; PAPET, I.; GLOMOT, F. The leucine metabolite 3-hydroxy-3methylbutyrate (HMB) modifies protein turnover in muscles of laboratory rats and domestic chickens *in vitro*. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, v. 84, p. 1-8, 2000.

OSTASZEWSKI, P.; PAPET, I.; NISSEN, S.; GLOMOT, F.; GRIZARD, J.; AMAL, M. Dietary supplementation of  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato improves catch-up growth in underfed lambs. **Ann Zootech**, v. 43, p. 308, 1994.

PALLARES, J. G.; MEDINA, L. S.; CARRASCO, L.; DIAZ, A.; IZQUIERDO, M. Endurance and neuromuscular changes in world-class level kayakers during a periodized training cycle. **Eur J Appl Physiol**, v. 106, n. 4, p. 629-38, Jul 2009.

PALMER, R. M. Prostaglandins and the control of muscle protein synthesis and degradation. **Prost. Leuk. Essent. Fatty Ac.**, v. 39, p. 95-104, 1990.

PANTON, L.; RATHMACHER, J.; FULLER, J.; GAMMON, J.; CANNON, L.; STETTLER, S. Effect of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate and resistance training on strength and functional ability in the elderly. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, p. 194., 1998.

PAPOTI, M.; ZAGATTO, A. M.; FREITAS JUNIOR, P. B.; CUNHA, S. A.; MARTINS, L. E. B.; GOBATTO, C. A. Utilização do intercepto-y na avaliação da aptidão anaeróbia e predição da performance de nadadores treinados. **Revista Brasileira de Medicina Esporte**, v. 11, n. 2, p. 126-130, 2005.

PARIZKOVA, J. Body composition, aerobic capacity, ventilatory threshold and food intake in different sports. **Annals of Sports Medicine**, v. 3, p. 171-187, 1987.

PENDERGAST, D. R.; BUSHNELL, D.; WILSON, D. W.; CERRETELLI, P. Energetics of kayaking. **European Journal Applied Physiology Occupational**, v. 59, p. 342-350, 1989.

PETERSON, A. L.; QUERESHI, M. A.; FERKET, P. R.; FULLER, J. In vitro exposure with  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato enhances macrophage growth and function. **Poultry Sci**, v. 75, n. 1, p. 7, 1996.

PETERSON, A. L.; QUERESHI, M. A.; FERKET, P. R.; FULLER, J. C. J. Enhancement of cellular and humoral immunity in young broilers by dietary supplementation of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate. **Immunopharmacol Immunotoxicol**, v. 21, p. 307-30, 1999.

PETRONE, N.; QUARESIMIN, M.; S., S. A load acquisition device for the paddling action on Olympic kayak. **Experimental mechanics, advances in design, testing and analysis proceedings of XI ICEM**, v. 2, n. 817-22, 1998.

PINHEIRO, C. H.; GERLINGER-ROMERO, F.; GUIMARAES-FERREIRA, L.; DE SOUZA-JR, A. L.; VITZEL, K. F.; NACHBAR, R. T.; NUNES, M. T.; CURI, R. Metabolic and functional effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB)

supplementation in skeletal muscle. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 7, p. 2531-7, Jul 2012.

PORTAL, S.; ELIAKIM, A.; NEMET, D.; HALEVY, O.; ZADIK, Z. Effect of HMB supplementation on body composition, fitness, hormonal profile and muscle damage indices. **J Pediatr Endocrinol Metab**, v. 23, n. 7, p. 641-50, Jul 2010.

PORTAL, S.; ZADIK, Z.; RABINOWITZ, J.; PILZ-BURSTEIN, R.; ADLER-PORTAL, D.; MECKEL, Y.; COOPER, D. M.; ELIAKIM, A.; NEMET, D. The effect of HMB supplementation on body composition, fitness, hormonal and inflammatory mediators in elite adolescent volleyball players: a prospective randomized, double-blind, placebo-controlled study. **Eur J Appl Physiol**, v. 111, n. 9, p. 2261-9, Sep 2011.

PSYCHARAKIS, S. G.; SANDERS, R. H. Shoulder and hip roll changes during 200 m front crawl swimming. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 12, p. 2129-2136, 2008.

REID, S. A. Study of hematological and biochemical parameters in runners completing a standard maathon. **Clin. J. Sports Med**, v. 14, n. 6, p. 344-353, 2004.

RICE, D. E.; SHARP, R.; RATHMACHER, J. Role of  $\beta$ -hydroxy  $\beta$ -methylbutyrate (HMB) during acute exercise-induced proteolysis. **Med Sci Sport Exerc**, v. 995, n. 27, p. 220, 1995.

RIETJENS, G. J. W. M. Red blood cell profile of elite olympic distance triathletes. A three-year follow-up. **Int. J. Sports. Med**, v. 23, p. 391-396, 2002.

RISOY, B. A. Delayed leukocytosis after hard strength and endurance exercise: aspects of regulatory mechanisms. **BMC physiology**, v. 3, p. 14, 2003.

ROHDE, T. The immune system and serum glutamine during a triathlon. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 74, p. 428-434, 1996.

SADLY, S. P.; FREEDSON, P. S. Body composition and structural comparisons of female and male athletes. **Clinical Sports Medicine**, v. 3, n. 755-757, 1984.

SEIFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CARTER, M.; CHOLLET, D. The spatial-temporal and coordinative structures in elite male 100-m front crawl swimmers International. **Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 4, p. 286-293, 2005.

SEIP, R. L.; MAIR, K.; COLE, T. G.; SEMENKOVICH, C. F. Induction of human skeletal muscle lipoprotein lipase gene expression by short-term exercise is transient. **Am. J. Physiol.**, v. 272, p. E255-E261, 1997a.

SEIP, R. L.; MAIR, K.; COLE, T. G.; SEMENKOVICH, C. F. Induction of human skeletal muscle lipoprotein lipase gene expression by short-term exercise is transient. **Am. J. Physiol.**, v. 272, p. E255-E261, 1997b.

SIEGEL, A.; LEWANDROWSKI, K.; STRAUSS, H.; FISCHMAN, A.; YASUDA, T. Normal post-race antimyosin myocardial scintigraphy in asymptomatic marathon

runners with elevated serum creatine kinase MB isoenzyme and troponin T levels. Evidence against silent myocardial cell necrosis. **Cardiology**, v. 86, n. 6, p. 451-6, 1995a.

SIEGEL, A.; SHOLAR, M.; YANG, J.; DHANAK, E.; LEWANDROWSKI, K. Elevated serum cardiac markers in asymptomatic marathon runners after competition: is the myocardium stunned? **Cardiology**, v. 88, n. 8, p. 487-91, 1997a.

SIEGEL, A. J.; LEWANDROWSKI, K. B.; STRAUSS, H. W.; FISCHMAN, A. J.; YASUDA, T. Normal post-race antimyosin myocardial scintigraphy in asymptomatic marathon runners with elevated serum creatine kinase MB isoenzyme and troponin T levels. Evidence against silent myocardial cell necrosis. **Cardiology**, v. 86, n. 6, p. 451-6, 1995b.

SIEGEL, A. J.; SHOLAR, M.; YANG, J.; DHANAK, E.; LEWANDROWSKI, K. B. Elevated serum cardiac markers in asymptomatic marathon runners after competition: is the myocardium stunned? . **Cardiology**, v. 88, n. 6, p. 487-91, 1997b.

SILVA, R. F. Perfil dermatoglífico e somatotípico da equipe brasileira de pentatlo militar participante do 51º campeonato mundial de pentatlo militar do CISM 2003. **Edição Especial da Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, p. 222, 2003.

SIWICKI, A. K.; FULLER, J. C. J.; NISSEN, S.; MORAND, M.; POZET, F.; VINCENT, F.; KAZUN, B. Effect of HMB (beta-hidroxy-beta-methylbutyrate) on *in vitro* proliferative responses of sheatfish (*silurius glanis*) and catfish (*ictalurus melas*) lymphocytes stimulated by mitogens. **Acta Vet. Brno**, v. 73, p. 122-199, 2004.

SIWICKI, A. K.; FULLER, J. C. J.; NISSEN, S.; OSTASZEWSKI, P.; STUDNICKA, M. In vitro effects of beta-hidroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on cell-mediated immunity in fish. **Vet. Immunol. Immunipathol.**, v. 76, p. 191-197, 2000.

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

SLATER, G. J.; JENKINS, D. β-hidroxi-β-metilbutirate (HMB) supplementation and promotion os mucle growth and strength. **Sports Med**, v. 30, n. 2, p. 105-16, 2000.

SMITH, D. J.; NORRIS, S. R.; HOGG, J. M. Performance evaluation of swimmers: scientific tools. **Sports Med.**, v. 32, n. 9, p. 539-554, 2002.

SMITH, H. J.; WYKE, S. M.; TISDALE, M. J. Mechanism of the attenuation of proteolysis-inducing factor stimulated protein degradation in muscle by beta-hidroxy-beta-methylbutirate. **Cancer Res.**, v. 64, p. 8731-8735, 2004.

SOUZA, R. S.; ZOGAIB, F. G.; FERNANDES FILHO, J.; FERNANDES, P. R.; DANTAS, P. M. S. Perfil dermatoglífico e somatotípico dos atletas da Seleção Brasileira de Rafting Competitivo. **Ação & Movimento**, v. 2, n. 5, p. 256, setembro/outubro 2005.

SPEEDY, D. Weigth changes and serum sodium concentrations after an ultradistance multisport triathlon. **Clin. J. Sports Med**, v. 7, p. 100-103, 1999.

- SPEEDY, D. Diagnosis and prevention of hyponatremia at an ultradistance triathlon. **Clin. J. Sports Med.**, v. 10, n. 1, p. 52-8, 2000.
- SPERLICH, J. Leistungs- und Trainingslehre Kanusport. **Biomechanik.**, p. 235-40, 1994.
- SZANTO, C. Racing Canoeing. **International Canoe Federation**, v. 2, p. 1-264, 2004.
- TARNOPOLSKY, M. A.; ATKINSON, S. A.; MACDOUGALL, J. D. Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. **J Appl Physiol**, v. 73, p. 1986-995, 1992.
- TAYEK, A. J. A review of cancer cachexia and abnormal glucose metabolism in humans with cancer. . **J. Am. Coll. Nutr.**, v. 4, p. 445-446, 1992.
- TELLA, V.; TOCA-HERRERA, J. L.; GALLACH, J. E.; BENAVENT, J.; GONZALEZ, L. M.; ARELLANO, R. Effect of fatigue on the intra-cycle acceleration in front crawl swimming: a time-frequency analysis. **Journal Biomechanics**, v. 41, n. 1, p. 86-92, 2008.
- THOMSON, J. S.; WATSON, P. E.; ROWLANDS, D. S. Effects of nine weeks of beta-hydroxy-beta- methylbutyrate supplementation on strength and body composition in resistance trained men. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 3, p. 827-35, May 2009.
- TISDALE, M. J. Protein loss in cancer cachexia. . **Science.**, v. 289, p. 2293-2295, 2000.
- TISDALE, M. J. Cancer anorexia and cachexia. **Nutrition.**, v. 17, p. 438-442, 2001.
- TODOROV, P. T.; FIELD, W. N.; TISDALE, M. J. Role of a proteolysis-inducing factor (PIF) in cachexia induced by a human melanoma (G361). **Br J Cancer.**, v. 80, n. 11, p. 1734-1737, 1999.
- TODOROV, P. T.; MCDEVITT, T. M.; CARIUK, P.; COLES, B.; DEACON, M.; TISDALE, M. J. Induction of muscle protein degradation and weight loss by a tumor product. . **Cancer Res.**, v. 15, n. 56, p. 1256-1261, 1996.
- TOURNY-CHOLLET, C.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D. Effect of force symmetry on coordination in crawl. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 182-187, 2009.
- TOUSSAINT, H. M.; CAROL, A.; KRANENBORF, H.; TRUIJENS, M. J. Effect of fatigue on stroking characteristics in an arms-only 100-m front-crawl race. **Medicine & Science in Sports & Exercise.** , v. 38, n. 9, p. 1635-1642, 2006.
- TRAN, Z. V.; WELTMAN, A.; GLASS, G. V. The effect of exercise in blood and lipids and lipoproteins: a meta-analysis of studies. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 15, n. 5, p. 393-402, 1983.

- VALASCO, C. G. **Natação segundo a psicomotricidade**. Sprint, 1997.
- VAN KOERING, M.; NISSE, S. Oxidation of leucine and  $\alpha$ -cetoisocaproato to  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato in vivo. **Am J Physiol**, v. 262, p. 27-31, 1992.
- VAN SOMEREN, K. A.; PALMER, G. S. Prediction of 200-m sprint kayaking performance. **Can J Appl Physiol**, v. 28, n. 4, p. 505-17, Aug 2003.
- VAN SOMEREN, K. A.; PHILLIPS, G. R.; PALMER, G. S. Comparison of physiological responses to open water kayaking and kayak ergometry. **Int J Sports Med**, v. 21, n. 3, p. 200-4, Apr 2000.
- VANDEBURGH, H. H.; SHANSKY, J.; KARLISCH, P.; SOLERSSI, R. Mechanical stimulation of skeletal muscle generates lipid-related second messengers by phospholipase activation. **J Cell Physiol.**, v. 155, p. 63-71, 1993.
- VANDEBURGH, H. H.; SHANSKY, J.; SOLERSSI, R.; CHROMIAK, J. Mechanical stimulation of skeletal muscle increases prostaglandin F<sub>2</sub> production, cyclooxygenase activity, and cell growth by a pertussis toxin sensitive mechanism. **J Cell Physiol.**, v. 163, p. 285-294, 1995.
- VANDEWALLE, H.; PÉRÈS, G. Metabolismo Anaeróbico y ejercicios de Duracion Corta. **II Jornadas de perfeccionamiento técnico superior de piragüismo**, v. II, p. 53-66, 1991.
- VEIGA, M. A. A.; PÁVEL, D. A. C.; FERNANDES FILHO, J. Perfil dos nadadores juvenis brasileiros de 100m livre com as características dermatoglíficas, somatotípicas e as qualidades físicas básicas. **Congresso Ibérico - Associação Portuguesa de técnicos de natação**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2003.
- VIRU, A.; VIRU, M. **Biochemical Monitoring of Sport training**. Human Kinetics, 2001.
- VLASSARA, H.; SPIEGEL, R. J.; SAN DOVAL, D.; CERAMI, A. Reduced plasma lipoprotein lipase activity in patients with malignancy-associated weight loss. **Horm. and Met. Res.**, v. 18, p. 698-703, 1986.
- VUKOVICH, M. The effect of dietary beta-hidroxy-beta-metylbutyrate (HMB) on strength gains and body composition changes in older adults. **FASEB Journal**, v. 11, p. A376, 1997.
- VUKOVICH, M. D.; ADAMS, G. D. Effect of  $\beta$ -hidroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) on VO<sub>2</sub>peak and maximal lactate in endurance trained cyclists. **Med Sci Sports Exerc**, v. 29, p. 252, 1997.
- VUKOVICH, M. D.; SLATER, G.; MACCHI, M. B.; TURNER, M. J.; FALLON, K.; TANYA, B.; RATHMACHER, J. b-hidroxy-b-methylbutyrate (HMB) kinetics and the influence of glucose ingestion in humans. **J. Nutr. Biochem.**, v. 12, n. 631-639, 2001.

WARBURTON, D. E. R. Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. **Br. J. Sports Med**, v. 36, p. 301-303, 2002.

WEINER, L. **Manual de análises bioquímicas**. Rosário, Argentina: 2000.

WHITEHOUSE, A. S.; SMITH, H. J.; DRAKE, J. L.; TISDALE, M. J. Mechanism of attenuation of skeletal muscle protein catabolism in cancer cachexia by Eicosapentanoic Acid. **Cancer Res.**, v. 61, p. 3604-3609, 2001.

WILSON, J. M.; KIM, J. S.; LEE, S. R.; RATHMACHER, J. A.; DALMAU, B.; KINGSLEY, J. D.; KOCH, H.; MANNINEN, A. H.; SAADAT, R.; PANTON, L. B. Acute and timing effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on indirect markers of skeletal muscle damage. **Nutr Metab (Lond)**, v. 6, p. 6, 2009.

WITTBRODT, E. T. Maintaining fluid and electrolte balance during exercise. **Journal of Pharmacy Practice**, v. 16, n. 1, p. 45-50, 2003.

WOLTASZEWSKI, J. F. P.; NILSEN, J. N.; RICHTER, E. A. Invited Review: Effect of acute exercise on insulin signaling and action in humans. **J Appl Physiol.**, v. 93, p. 384-392, 2002.

WU, H. Effetcs of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. **World J. Gastroenterol**, v. 10, n. 18, p. 2711-2714, 2004.

YU, H. H. Acute changes in serum lipids and lipoprotein subclasses in triathletes as assessed by protocol nuclear magnetic ressonance spectroscopy. **Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.**, v. 19, p. 1945-1949, 1999.

ZAMPARO, P.; CAPELLI, C.; GUERRINI, G. Energetics of kayaking at submaximal and maximal speeds. **European Journal Applie Physiology Occupcional**, v. 80, p. 542-548, 1999.

ZANCHI, N. E.; GERLINGER-ROMERO, F.; GUIMARAES-FERREIRA, L.; DE SIQUEIRA FILHO, M. A.; FELITTI, V.; LIRA, F. S.; SEELAENDER, M.; LANCHI, A. H., JR. HMB supplementation: clinical and athletic performance-related effects and mechanisms of action. **Amino Acids**, v. 40, n. 4, p. 1015-25, Apr 2011.

ANEXOS

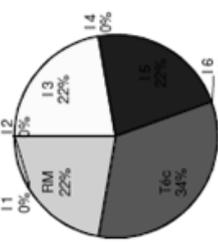
## ANEXO I

## Modelo de Semana de Treinamento

Semana 8		Ciclo		Força VIII		Preparador Físico - Dr. Heros Ferreira							
Data		25 a 31 de Janeiro de 2010											
Local:		Foz do Iguaçu (A - Complexo CC/ B - Itaipu/ Praia Três Lagoas)											
Segunda	25	Terça	26	Quarta	27	Quinta	28	Sexta	29	Sábado	30	Domingo	31
Técnica B - 13:30		P.F.E. B - 13:30 Pot. Aeróbica 3 x 3 x 3' i=95% r=5'A		Técnica B - 13:30		P.F.E. B - 13:30 Ana. Láctico 2 x 4 x 1'15" i=110% r=8'A		Técnica B - 13:30		P.F.E. B - 08:30 Pista Inteira T. Quadrado			
T		I 3		T		I 5		T		I 5		Descanso	
P.F.G. A - 16:15 Musculação 4 x 6 90% Máxima II F 2		Descanso		P.F.G. A - 16:15 Musculação 4 X 6 90% Máxima II F 2		Descanso		P.F.G. A - 16:15 Corrida Pot. Aeróbica + Fortalecimento I 3		Descanso			

Preparador Físico - Dr. Heros Ferreira				FORÇA VIII			
Tipo	Barco	PF	%				
I 1	0	0	0%	I 1	0	0%	
I 2	0	0	0%	I 2	0	0%	
I 3	1	1	22%	I 3	1	22%	
I 4	0	0	0%	RM	2	22%	
I 5	2	2	22%	I 4	0	0%	
I 6	0	0	0%	I 5	2	22%	
Téc	3	3	33%	I 6	0	0%	
RM	0	2	22%	Téc	3	33%	
Total	6	3	100%	RM	0	2	22%
		67%	33%	Total	6	3	100%
TOTAL	9						



## ANEXO II

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

- a) Você, atleta de canoagem com experiência de mais de dois em alto rendimento, treinando regularmente nas equipes nacionais, está sendo convidado a participar de um estudo intitulado "efeitos da suplementação de  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metil-butirato (HMB) através de marcadores fisiológicos, bioquímicos e biomecânicos em atletas de alto rendimento". É através das pesquisas clínicas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.
- b) O objetivo desta pesquisa é identificar as alterações na performance esportiva de atletas de alto rendimento suplementados com HMB, onde serão analisadas as variáveis do hemograma, parcial de urina, análises bioquímicas, fisiológicas através das coletas de amostras de sangue em testes físicos.
- c) Caso você participe da pesquisa, será necessário realizar exames de hemograma e parcial de urina mensalmente. Deverá realizar duas avaliações de ressonância magnética do braço direito, sendo uma avaliação antes e outra depois do período de seis de suplementação com HMB. Serão realizados testes de resistência de velocidade e simulação de provas nas embarcações específicas da modalidade de canoagem com periodicidade bimestral.
- d) Como em qualquer tratamento, você poderá experimentar algum desconforto, principalmente relacionado, nesse sentido poderá ter apenas o desconforto do procedimento de coleta de sangue. Os demais procedimentos não envolvem nenhum tipo de desconforto.
- e) Os riscos que envolvem o seu tratamento são: mínimos, pelo fato da utilização de material estéril e descartável.
- f) Para tanto você deverá comparecer no Hospital Municipal Costa Cavalcanti para realização da consulta médica (avaliação médica completa) e posteriormente no Laboratório de Análises Clínicas e Biomédicas da UNIAMÉRICA para coleta de amostras de sangue (com frequência bimestral) por aproximadamente seis meses de suplementação.
- g) Os benefícios esperados desta pesquisa são:
1. Possível melhora da performance devido o possível fator anticatabólico do HMB;
  2. Possível diminuição do colesterol total;
  3. Provável aumento do impulso e taxa de desenvolvimento de força;
  4. Provável melhora das componentes da curva força-tempo durante a remada.
- h) O pesquisador Heros Ferreira, responsável, chefe departamento de ciências do esporte da CBCa, graduado em educação física, mestre em ciências da motricidade humana, doutorando em educação física, (tel 41 3083 2600, 41 8857 3051 e e-mail heros@cbca.org.br) poderá ser contatado no Departamento de Educação Física sito a Rua Coração de Maria, 92 Jardim Botânico - Curitiba das 9h00min as 12h00min, onde poderá esclarecer eventuais dúvidas a respeito da sua participação.
- i) Estão garantidas todas as informações que você queira, antes durante e depois do estudo.

Rubricas: Sujeito da Pesquisa e /ou responsável legal _____ Pesquisador Responsável _____ Orientador _____ Orientado _____
---

Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR  
 Telefone: (41) 3360-7259 e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Aprovado pelo Comitê de Ética  
 em Pesquisa do Setor de Ciências  
 da Saúde UFPR.

Em, 03/30/2011



- j) A sua participação neste estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa, poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.
- k) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos médicos que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **confidencialidade** seja mantida.
- l) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, medicamentos etc.) não são da sua responsabilidade.
- m) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro. Você terá a garantia de que qualquer problema decorrente do estudo será tratado no Hospital Municipal Costa Cavalcanti.
- n) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, \_\_\_\_\_ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão. Eu entendi o que não posso fazer durante o tratamento e sei que qualquer problema relacionado ao tratamento será tratado sem custos para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

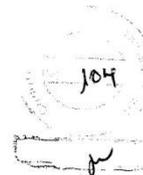
\_\_\_\_\_  
(Assinatura do sujeito de pesquisa ou responsável legal)  
Local e data

Identificação do Responsável

Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR  
Telefone: (41) 3360-7259 e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Aprovado pelo Comitê de Ética  
em Pesquisa do Setor de Ciências  
da Saúde UFPR.

Em, 03/10/2011



**ANEXO III**

**Parece de Mérito**



Ministério da Educação  
Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências da Saúde  
Comitê de Ética em Pesquisa



**PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO SCS/UFPR**

<b>Nº DO PROJETO NO CEP</b>	1179.104.11.08	<b>CAAE</b>	0103.0.091-11
<b>TÍTULO</b>	"Efeitos da suplementação de $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metil-butirato (HMB) através de marcadores fisiológicos, bioquímicos e biomecânicos em atletas de alto rendimento"		
<b>PROCEDÊNCIA:</b> Programa de Pós-Graduação em Educação Física – BL-UFPR			
<b>TIPO</b>	Graduação	Especialização	Mestrado <input checked="" type="checkbox"/> Doutorado <input type="checkbox"/> Outros <input type="checkbox"/>
<b>TIPO DE PESQUISA</b>	Qualitativa	Quantitativa	<input checked="" type="checkbox"/> Quali-quantitativa
<b>LOCAIS</b>	1. Laboratório de Metabolismo Celular do Departamento de Fisiologia-BL-UFPR 2.		
<b>PERÍODO</b>	Março de 2009 a Março de 2012		
<b>OBJETIVOS</b>	1. Verificar e avaliar as alterações bioquímicas (Hemograma Completo e Parcial de Urina) e mensurar as concentrações plasmáticas de lactato e glicose em atletas submetidos a suplementação dietética com b-hidroxi-b-metilbutirato (HBM), um metabólito do aminoácido leucina, que tem sido utilizado como suplemento alimentar, em situações específicas, com o intuito de aumentar ou manter a massa isenta de gordura. 2. Investigar os parâmetros de força em ciclos de remada como pico de força, força média, taxa de desenvolvimento, impulso e índice de fadiga nesses atletas de alto desempenho esportivo nas modalidades olímpicas.		
<b>SUJEITOS:</b> Quinze (15) atletas masculinos, com mais de 2 anos de experiência no alto nível e que estejam treinando regularmente nas equipes nacionais de canoagem.	<b>DOCUMENTOS:</b>	<b>OUTROS:</b> Amostras de sangue para mensurações de vários solutos e parâmetros fisiológicos. Amostra de urina para avaliação dos níveis de excreção de células sanguíneas, proteínas, glicose, cilindros, cetonas, bactérias, etc.	
<b>PESQUISADOR RESPONSÁVEL</b>		Heros Ferreira (Doutorando do Programa de PGEF)	
<b>COLABORADORES:</b> Prof. Luiz Cláudio Fernandes (orientador) e outros profissionais listados às fls.82.			
<b>TCLE Incluído</b>	Atende a Res. CNS 196/96:	<input checked="" type="checkbox"/> Não atende a Res. CNS 196/96	<input type="checkbox"/> Não se aplica
<b>Nº</b>	<b>sim</b>	<b>não</b>	<b>n.a</b>
<b>ITENS DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE</b>			
1.	<input checked="" type="checkbox"/>		
2.	<input checked="" type="checkbox"/>		
3.		<input checked="" type="checkbox"/>	
4.	<input checked="" type="checkbox"/>		
5.		<input checked="" type="checkbox"/>	
6.	<input checked="" type="checkbox"/>		
7.	<input checked="" type="checkbox"/>		
8.			<input checked="" type="checkbox"/>
9.	<input checked="" type="checkbox"/>		
10.	<input checked="" type="checkbox"/>		
11.		<input checked="" type="checkbox"/>	
12.		<input checked="" type="checkbox"/>	
13.		<input checked="" type="checkbox"/>	

sta  
3  
to  
ver  
Luiz  
7  
u  
do  
w  
en  
es  
a  
m  
sta

Comitê de Ética em Pesquisa  
Setor de Ciências da Saúde/UFPR  
Rua Carlos de Campos, 155 - Jardim  
CEP: 81531-980 - Curitiba - PR





Ministério da Educação  
 Universidade Federal do Paraná  
 Setor de Ciências da Saúde  
 Comitê de Ética em Pesquisa



Comentários Gerais : O presente projeto mostra ter recebido aprovação institucional no Colegiado do Programa, em data de 05/04/2010, exibida em extrato da ata da Reunião pertinente, incluído às fls. 08. O projeto prevê a participação cooperativa da Associação Brasileira de Canoagem, sediada em Curitiba, (fls.19) que ficará responsável pela seleção dos atletas, sujeitos da pesquisa. Também está definida a participação da empresa Vita Importadora e Distribuidora de Saúde que atuará como patrocinadora dos estudos (Fls. 05 e 79). Documentos da rotina de encaminhamento são assinados pelo autor (fl.06), pela coordenação do programa (fl. 07) e pelo orientador (fls. 09 e 18) que assume o compromisso de encaminhar a este CEP o relatório pertinente a conclusão do estudo. A Análise de Mérito do projeto é apresentada às fls. 11 e 12, 14 e 16, em três documentos, assinados pelo Prof. Luiz Fernando Pereira (PUC-PR), pelo Prof. Dr. Paulo Ivo Homem de Bittencourt Jr., do Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pelo Prof. Dr. Raul Osiecki, do Departamento de Educação Física da UFPR. Termos e Declarações, manifestando a responsabilidade do compromisso ético dos autores, são apresentadas às fls.75 a 78. O corpo do projeto, anexado às fls. 20 a 71, embora bem elaborado, apresenta algumas pendências que julgo importante serem atendidas.: 1. Inclusão de documento, assinado pelo médico, incluído na equipe e responsável pela emissão de documentos que atestam a "saúde plena dos atletas"- como afirmado às fls 73 - manifestando concordância em participar do projeto e definindo suas ações no estudo. 2. Documento semelhante ao anterior, assinado pelo farmacêutico, identificado como Rubens de Oliveira Santos, também definindo sua participação, especialmente no procedimento de coleta das amostras de sangue dos sujeitos da pesquisa. 3. Documento de aquiescência do profissional médico, Dr. Alexandre Rodrigues de Oliveira, identificando a sede do Serviço de Imagem e os procedimentos da técnica de Ressonância Nuclear Magnética a ser utilizada com os sujeitos da pesquisa. 4. Documento definindo o local de realização dos exercícios de força, testes de resistência de velocidade e provas de canoagem a serem realizadas com os atletas, incluindo o compromisso do médico responsável pelo acompanhamento dos referidos procedimentos. 5. Providenciar a anexação de outro TCLE (fls. 80 a 83), de preferência em folha única (ver modelos apresentados na página eletrônica [www.cometica.ufpr.br](http://www.cometica.ufpr.br) do "COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UFPR"-, e inseridos no item "esqueleto do projeto"). 6. Excluir do texto do TCLE o item "COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS... fui informado (fls. 82). 7. Reformular o texto do item "casuística" (fls.66), fazendo uso da situação atual do tema, conforme focado e discutido na literatura científica (Estado da Arte). 8. O documento "Guarda de Material Biológico" , inserido às fls.90, traz somente a assinatura do Prof. Luiz Cláudio Fernandes, Diretor do Setor-BL e orientador deste estudo. A esse respeito, em adição à assinatura do Diretor/Orientador, é imperativo a aquiescência explícita da chefia do Departamento de Fisiologia, onde o material biológico deste estudo será estocado. 9. As fls. 90 é colocado o item 11 (Anexo do Modelo de Entrevista Utilizado/Questionário), embora nele nada se mostre incluído. É importante, para o julgamento do perfil ético do estudo, que tal documento (caso utilizado) seja incluído no corpo do processo. 10. Embora não seja matéria para julgamento ético, sugiro que nas referências bibliográficas seja(m) incluído(s) artigos de autoria do orientador correspondente a área de conhecimento.

**PARECER DO RELATOR :** Atendidas as pendências aqui apontadas, manifesto parecer Favorável à Aprovação do presente projeto, visto que, assim então, estarão atendidas as normativas de Ética previstas pela Resolução 196/96-MS, bem como as orientações emanadas deste Comitê. SMJ, é o Parecer.

<input type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	APROVADO COM RECOMENDAÇÃO
<input checked="" type="checkbox"/>	PENDENTE	<input type="checkbox"/>	NÃO APROVADO

Data: 03 de agosto de 2011      Assinatura: Prof. Oldemir C. Mangili *Oldemir C. Mangili*

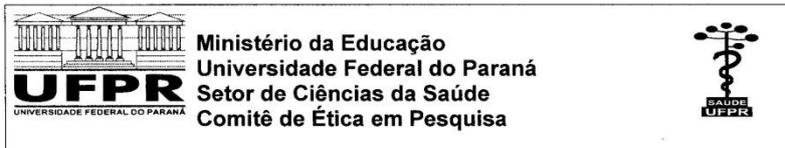
Complementação do projeto: Em 03, 10, 11 *Oldemir C. Mangili*

<input checked="" type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	APROVADO COM RECOMENDAÇÃO
<input type="checkbox"/>	PENDENTE	<input type="checkbox"/>	NÃO APROVADO

Curitiba, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Presidente do CEP - SCS - UFPR :

Comitê de Ética em Pesquisa  
 Setor de Ciências da Saúde - UFPR  
 Rua. Passos Coimbras, 156 - 4º Andar  
 CEP: 80060-240 - Curitiba - PR

96



Curitiba, 04 de outubro de 2011.

Ilmo (a) Sr. (a)  
**Heros Ferreira**  
**Luiz Cláudio Fernandes**

**Nesta**

Prezados Pesquisadores,

Comunicamos que o Projeto de Pesquisa intitulado “**Efeitos da suplementação de  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metil-burirato (HMB) através de marcadores fisiológicos, bioquímicos e biomecânicos em atletas de alto rendimento**” está de acordo com as normas éticas estabelecidas pela Resolução CNS 196/96, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR, em reunião realizada no dia 03 de agosto de 2011 e apresentou pendência(s). Pendência(s) apresentada(s), documento(s) analisado(s) e projeto aprovado em 03 de outubro de 2011.

Registro CEP/SD: 1179.104.11.08

CAAE: 0103.0.091.091-11

Conforme a Resolução CNS 196/96, solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos.

**Data para entrega do 1º relatório parcial e/ou de conclusão: 05/04/2012.**

Atenciosamente

  
**Prof. Dr.ª Cláudia Seely Rocco**  
Coordenadora do Comitê de Ética em  
Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde

## ANEXO IV

## Rotina do Matlab

```

% Code modified by Simon Bennett in order to allow user to determine whether
% scaling and hence units for data output. Also now calculates R^2.
% Code modified by Gleber Pereira on september 2010 in order to analyze the
% data from attached swimming

close all;
clear all;
%Sample Rate (Hz)
smprt=100;
##### Loading the files #####
##### Asking information about participant trial
trial=input('Type the name and trial number to be analysed (e.g. test1): ', 's');
##### Preparing and loading the variables for their respective columns
data = [trial, '.txt'];
eval(['load ' data]);
##### Defining the variable on column
eval(['var = ' trial ' (: , 1) ;']);
##### Defining parametrs to smooth the data
fq_cut=6; % low pass cut frequency
n = 2; % smooth order
Wn = fq_cut/(smprt/2); % defining cut frequency
[b,a] = butter(n,Wn); % Butterworth filter
% Smoothing the data
var_s=filtfilt(b,a,var);
% var_s = transpose(var_s);
##### Determining what MVIC trial has to be analyzed #####
%%% Plotting the MVIC trials
x = 1:length(var_s);
figure(1)
plot(x,var_s);
title('Attached Swim')
xlabel('Time (ms)')
ylabel('var_s')
%%% Asking the KGF for the MVIC trial and determining the force (N)
var_kgf = input('Type the MVIC peak for var in kgf (e.g. 50) or press enter for no scaling: ');
if var_kgf>0
    var_max = max(var_s);
    var_nor = var_kgf/var_max;
else
    var_kgf=1;
    var_nor=1;
end
if var_kgf>1
    var = (var_s*var_nor)*9.81;
else
    var = var_s*var_nor;
end
##### Asking the length to analyse the RFD
inst1=input('Type the initial instant (ms) to run RFD: ');
inst2=input('Type the final instant (ms) to run RFD: ');
force_inst1= var_s(inst1);
force_inst2= var_s(inst2);
rfd = (force_inst2-force_inst1)/(inst2-inst1)
%%% Determining the peak (Nm) and time (ms) on swimming
[pk_var_s,t_var_s] = max(var_s)
%%% Determining the force and time at 10 and 90 percentage of MVIC
% var_t80 = pk_var*0.8;
% f_var80 = find(var(round(2:t_var) > var_t80));
% in_var80 = var((f_var80(1,1)));
% var_t20 = pk_var*0.2;
% f_var20 = find(var(round(1:t_var) > var_t20));
% in_var20 = var((f_var20(1,1)));
% tcon_var = (((f_var80(1,1)))-(f_var20(1,1)));
% rfd_var = in_var80/tcon_var; % Nm divided by ms
% %%% Determining the regress stats of linear fit between 20 and 80 percentage of MVIC
% t=(f_var20(1,1)-1:f_var80(1,1)-1)'; %create vector corresponding to time between 20 and 80%
% y=var(1,(f_var20(1,1):f_var80(1,1)))'; %create vector corresponding to data between 20 and 80%
% R12 = corrccoef([t y]); %return correlation matrix of y against t
% r = R12(1,2); % Correlation coefficient
% rsq = r^2; % Coefficient of determination
%%% Plotting figure 2 in order to verify whether 20 and 80% instants of
%%% the MVIC were correctly determined
figure(2)
plot(x,var_s)
hold on
title('Attached Swim')
plot(x(round(t_var_s)), var(round(t_var_s)), 'mo');
ylabel('var_s')
hold on
plot(x(round(inst1)), var_s(round((inst1))), 'r*');
hold on
plot(x(round(inst2)), var_s(round((inst2))), 'g*');
xlabel('Time (ms)')
##### Saving Variables
% variables = [pk_var; rfd_var; rsq]'
% variables = [pk_var; rfd_var]'
% nome_arq_ascii = [trial, '.res'] ;
% csvwrite(nome_arq_ascii ,variables);

```

**ANEXO V**

**Cromatografia**



**Weider Nutrition Canada**  
 2875 Bates, Montreal, Quebec  
 Canada H3S 1B7  
 Ph: (514) 731-3783 Fax: (514) 731-7082

Weider HMB PAGE 1 OF 1

**SPECIFICATIONS AND TYPICAL  
 CERTIFICATE OF ANALYSIS\***

**Weider HMB**

**Product Description**

<b>Brand Name</b>	Weider HMB
<b>Product Code</b>	9053-I
<b>Dosage Form</b>	Capsule
<b>Bottle Size</b>	120 Capsules
<b>LOT#</b>	<b>9029201</b>
<b>Man. Date</b>	Jan 2009
<b>Expiry Date</b>	Jan 2012

**Packaging Descriptions**

Container: 150 cc white HDPE	Lid: 38mm reg. black
Specific Label	Each Box contains: 24 Units

**Ingredients Per Capsule(mg)**

Beta-Hydroxy Beta-Methyl Butyrate (HMB-Ca)	<b>250 mg</b>	Magnesium Stearate	10 mg
Microcrystalline cellulose	<b>340 mg</b>		

**Specifications**

Description	Standard Limits	Test Methods
Capsule Colour	Clear-Clear	In house method
Powder Colour	White	In house method
Capsules size	00	In house method
Disintegration (37 °C)	< 20 minutes	USP <2040>
Uniformity of weight	90-110 % RSD <5	USP <2091>
Total Aerobic Bacteria count	< 3000 cfu / g	USP <2021>
Yeast	< 150 cfu / g	USP <2021>
Mold	< 150 cfu / g	USP <2021>
E-coli	Absent/g	USP <2022>
Salmonella	Absent/25g	USP <2022>
Staphylococcus aureus	Absent	USP <2022>
Heavy Metals	< 10 ppm	USP <231>

**Storage Condition**

Cold and dry places

- ▶ This product was manufactured in accordance with GMP regulations as set out by the government of Canada.
- ▶ This product was manufactured in a clean plant without chemical pesticides or antibiotics.
- ▶ This natural product was manufactured without the addition of preservatives.
- ▶ This product was released by our authorized Quality Control Unit and found to meet the specifications.

QA/QC Manager

Date:

Signature

## ANEXO VI

## Cromatografia



Iowa State University Research Park  
2711 South Loop Drive, Suite 4400  
Ames, Iowa 50010

June 2, 2011

Dr. Heros Ferreira  
Departamento de Ciências do Esporte  
Confederação Brasileira de Canoagem - CBCa

Dear Dr. Ferreira;

Metabolic Technologies, Inc. has provided you with the HMB capsules for your clinical study. The active ingredient in the capsules is pure calcium  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate-monohydrate. The capsules are formulated to contain 250 mg and our laboratory has analyzed the capsules and on average found them to contain about 240 mg of calcium  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate-monohydrate.

Attached is our Rev 03-01 Product composition for HMB which shows the composition of calcium  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate-monohydrate. The product is sold as a pure compound.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "John C. Fuller, Jr.", is written over a light blue horizontal line.

John C. Fuller, Jr., PhD.  
Research Scientist

Attachment Product Composition CaHMB Rev. 03-01

ANEXO VII

Cromatografia



Iowa State University Research Park  
2711 South Loop Drive, Suite 4400  
Ames, Iowa 50010

Product Composition-Calcium HMB	
Rev. 03-01	Supersedes: 02-01.1
Chemical Name	Calcium β-hydroxy-β-methylbutyrate monohydrate
Product Name	HMB, Food Grade
Product Number	HMB-0001FG
Kosher Status	Kosher Approved
Molecular Formula	Ca(C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O
Molecular Weight	292
CAS	135236-72-5
Synonyms	Calcium Hydroxy-Isovaleric Acid Calcium β-hydroxy-β-methylbutyrate monohydrate contains not less than 97 % and not more than 104 % calcium β-hydroxy-β-methylbutyrate monohydrate as calculated from analysis.
Characteristics	White powder
Taste <sup>1</sup>	Passes per agreed upon standard
Solubility	Easily soluble in water up to 10% solution
Particle Size	max. 20: 100% passage
Bulk Density, poured <sup>2</sup>	min 0.42 g/cc
Bulk Density, tapped <sup>2</sup>	min 0.65 g/cc
β-hydroxy-β-methylbutyrate <sup>3</sup>	min. 95%, weight max. 82%, weight
Calcium	min. 2%, weight max. 10%, weight
Arsenic <sup>4</sup>	Less than 1 mg/kg
Lead <sup>4</sup>	Less than 1 mg/kg
Hydrated Water <sup>5</sup>	min. 3.0%, weight max. 7.5%, weight
Acetate <sup>3</sup>	Less than or equal to 2%, weight
Dimethylacrylic Acid <sup>3</sup>	Less than or equal to 150 mg/kg
Microbial analysis	Total aerobic count max. 1000/g Yeast and mold max. 100/g Salmonella Negative E.Coli Negative

<sup>1</sup>MTI SOP 150-001. MTI will supply a suitable standard for tests.

<sup>2</sup>MTI SOP 510-01.

<sup>3</sup>Determined by High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) using a Reverse Phase C-18 column and 0.02 molar phosphate buffer at pH 7.0. Flow rate is 1 mL/min. Peaks are detected at 214 nanometers and approximate retention times are 2.95 minutes for Acetate, 3.5 minutes for β-hydroxy-β-methylbutyrate, and 6.1 minutes for 3,3-Dimethylacrylic Acid, MTI SOP 110-02.

<sup>4</sup>Total by AA furnace or ICP-MS.

<sup>5</sup>Moisture by Karl Fischer.

ph 515 296.9916  
fx 515 296.0908

Metabolic Technologies Inc. 2711 S. Loop Dr. Suite 4400 Ames IA 50010 USA  
Phone 515-296-9916 FAX 515-296-0908

website: <http://MetTechnic.com> | email: [mti@hmb.com](mailto:mti@hmb.com)

## ANEXO VIII

## Análise de Mérito do Projeto



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Departamento de Educação Física  
Mestrado/Doutorado em Educação Física



**EXTRATO DA ATA DA 88ª REUNIÃO DO COLEGIADO DO  
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO/DOCTORADO  
EM EDUCAÇÃO FÍSICA DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.**

Às nove horas e quarenta minutos do dia cinco de Abril do ano de dois mil e dez, reuniu-se sob a presidência da Professora Dra. Neiva Leite, o Colegiado do Programa de Pós Graduação Mestrado/Doutorado em Educação Física, do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, com a participação dos seguintes membros: Professora Dra. Joice Mara F. Stefanello; Professor Dr. André L. F. Rodacki; Professor Dr. Raul Osiecki; Professor Dr. Rodrigo Siqueira Reis; Professor Dr. Fernando Renato Cavichioli. 1.-) Comunicações: 1.1.-) Solicitações de inclusão de itens de pauta..... 2.-) Ordem do Dia:..... 3.1.-) Apreciação e votação da solicitação de homologação de resultado da qualificação de projeto de Tese do aluno Ddo. Heros Ribeiro Ferreira, sob orientação do Professor Luiz Claudio Fernandes. Relator: André L. F. Rodacki. Após relatado foi posto em discussão e em seguida posto em votação, foi aprovado por unanimidade. 5.-) Assuntos Gerais:..... 6.-) Encerramento: Nada mais havendo a tratar, a Senhora Presidente encerrou a reunião, da qual eu Daniel Dias, secretário do Programa de Pós-Graduação Mestrado/Doutorado em Educação Física, lavrei a presente Ata que após lida e aprovada será assinada pelos presentes. Curitiba, 05 de Abril de 2010.

DANIEL DIAS  
Secretário

NEIVA LEITE  
Coordenadora do Programa de Pós Graduação  
Mestrado/Doutorado em Educação Física



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Departamento de Educação Física  
Programa de Pós Graduação  
Mestrado/Doutorado em Educação Física



**EXAME DE QUALIFICAÇÃO DE DOUTORADO – 2009/2**  
PARECER DE MEMBRO DA BANCA EXAMINADORA

Nome do candidato: Heros Ribeiro Ferreira

Examinador: PAULO IVO HOMEM DE BITTENCOURT JÚNIOR - UFRGS

QUESITO (conceito)	Excelente A	Bom B	Regular C	Insuficiente D
Clareza na definição do problema	X			
Clareza nos objetivos do trabalho	X			
<b>Qualidade da revisão bibliográfica</b>	X			
Clareza da metodologia e do plano de trabalho	X			
Viabilidade do cronograma de trabalho	X			
<b>Viabilidade do trabalho</b>	X			
Clareza dos resultados esperados	X			
Apresentação do projeto de Tese	X			
<b>Defesa do projeto de Tese</b>				
<b>Nível do projeto para Doutorado</b>	X			
Conceito global (texto, apresentação e defesa)	X			

Recomendações visando melhorar a dissertação do candidato:

O projeto está muito bem embasado em dados da literatura e é perfeitamente factível, particularmente quando o candidato pertence a um grupo com grande tradição de pesquisa na área. Particularmente, porque o exercício de força apresenta certas peculiaridades metabólicas que, aparentemente induzem sensível melhora do sistema imunológico, além de o projeto ser pioneiro no quesito slalom. Um aumento do fluxo de glicose pela via das pentoses com conseqüente fomento da produção de NADPH e melhora do estado redox celular são alguns dos benefícios que vislumbro para o exercício de força em relação às células imunológicas. Isto é, não se trata apenas de ganho de massa magra e melhora do estado metabólico geral, mas sim, de ganhos efetivos para o sistema imunológico aumentando a capacidade de resistência do organismo na presença do tumor. As considerações iniciais da introdução do trabalho também estão minuciosamente detalhadas, particularmente no que diz respeito aos estudos citológicos e bioquímicos. Com relação ao estudo do HMB, entendo que a decisão foi acertada. Acredito que o esclarecimento das vias de metabolização do HMB e seu possível papel como gerador de HMG-CoA para a HMG-CoA redutase possam constituir importantes descobertas e novos rumos na pesquisa da bioquímica do câncer bem como de outras disfunções imunológicas que possam ser atenuadas pelo exercício de força. Portanto, a presente proposta de trabalho é, certamente, um primeiro passo nesse sentido. Sugiro, portanto, que, de posse dos resultados, o grupo avalie a repercussão da utilização metabólica do HMB nos fluxos pela colestero gênese e cetogênese, como já havia sugerido em outras ocasiões em projetos do grupo com HMB, já que estes são gargalos metabólicos cruciais para o desenvolvimento do tumor e para a proliferação do linfócito. Tais estudos poderiam facilmente ser realizados com a utilização de ésteres de colesterol marcados com fluoróforos, já que o grupo dispõe de microscopia confocal e citometria de fluxo. O projeto está muito bem estruturado e meu parecer é extremamente favorável.

Data: 23/11/2009

  
Prof. Dr. Paulo Ivo Homem de Bittencourt Jr.  
Dep. de Fisiologia - ICBS - UFRGS

Rua: Coração de Maria nº 92  
Campus Jardim Botânico-CEP: 80.215-370 – Curitiba/PR  
Telefone: (41) 3362-8745 Fax (41) 3360-4336  
[www.edf.ufpr.br](http://www.edf.ufpr.br) email: [mestrado\\_edf@ufpr.br](mailto:mestrado_edf@ufpr.br) [danieldias@ufpr.br](mailto:danieldias@ufpr.br)







Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Departamento de Educação Física  
Programa de Pós Graduação  
Mestrado/Doutorado em Educação Física



ANÁLISE DE MÉRITO DO PROJETO DE PESQUISA  
(USO EXCLUSIVO DO CONSULTOR)

**TÍTULO:** EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE HMB EM ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO DE CANICAGEM SEATON

**ITEM 01:** Avaliar o enquadramento da proposta de estudo na abrangência e na área de especificidade do assunto, contextualizando sua inserção temática e a relevância acadêmica, quanto aos itens seguintes: Estado da Arte: (Reflexão crítica sobre o estado atual do conhecimento científico onde a proposta de estudo está inserida – Comentar sobre a extensão e nível de pertinência da revisão da literatura apresentada no corpo do projeto). Revisão atualizada compatível com a proposta de estudo.

**ITEM 02:** Relevância científica da proposta: (Crítico sobre a importância do estudo como contribuição para captar conhecimento novo, com destaque para a originalidade da proposta).

O uso do HMB como suplemento em atletas necessita de maiores investigações. O estudo tem caráter de uma leitura atualizada.

**ITEM 03:** Abordagem metodológica: (Analisar se a metodologia a ser empregada no estudo está apropriadamente dirigida a melhor obtenção de resultados. Avaliar também a viabilidade de obtenção dos resultados quanto à disponibilidade e estado funcional dos materiais de mensuração, equipamentos e insumos a serem utilizados no estudo proposto).

Metodologia apropriada a proposta de experimento, os dados mensurados das variáveis propostas não conferem um função dos equipamentos utilizados.

**ITEM 04:** Tamanho da Amostra: (Avaliar se o número de indivíduos enquadrados na amostra a ser pesquisada é adequado para a obtenção e análise crítica dos resultados). Tratamento estatístico dos resultados: (Quando for o caso, analisar se os testes estatísticos referidos são apropriados para a mensuração da magnitude de significância dos resultados).

Sendo a seleção olímpica como a amostra, o "n" de 20 atletas permite atingir os elementos da população. Amostragem adequada.

Rua: Coração de Maria nº 92  
Campus Jardim Botânico-CEP: 80.215-370 – Curitiba/PR  
Telefone: (41) 3362-8745 Fax (41) 3360-4336  
[www.edf.ufpr.br](http://www.edf.ufpr.br) email: [mestrado\\_edf@ufpr.br](mailto:mestrado_edf@ufpr.br) [danieldias@ufpr.br](mailto:danieldias@ufpr.br)



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Departamento de Educação Física  
Programa de Pós Graduação  
Mestrado/Doutorado em Educação Física



ITEM 05: Perspectivas de divulgação e publicação dos resultados: (No contexto da literatura científica, avaliar a perspectiva de publicação dos resultados e os benefícios de sua divulgação).  
*Estudo relevante com caráter científico, realizado por um grupo amestral sério, apresenta grandes perspectivas de publicações em periódicos graduat-  
cões.*

ITEM 06: Referencial bibliográfico: (Criticar o nível de importância e atualização das citações bibliográficas utilizadas no projeto, bem como seu vínculo à temática da investigação).  
*Referencial bibliográfico atualizado e coerente com a proposta do estudo.*

Nome do avaliador/Instituição: *PAUL OSIECKI*  
PROFESSOR(A) DR(A):  
INSTITUIÇÃO: *UFPR*  
ASSINATURA: *Paul Osiecki*





Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Departamento de Educação Física  
Programa de Pós Graduação  
Mestrado/Doutorado em Educação Física



**ANÁLISE DE MÉRITO DO PROJETO DE PESQUISA  
(USO EXCLUSIVO DO CONSULTOR)**

**TÍTULO: "EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE HMB EM ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO DE CANOAGEM SLALOM":**

**ITEM 01:** Avaliar o enquadramento da proposta de estudo na abrangência e na área de especificidade do assunto, contextualizando sua inserção temática e a relevância acadêmica, quanto aos itens seguintes: Estado da Arte: (Reflexão crítica sobre o estado atual do conhecimento científico onde a proposta de estudo está inserida – Comentar sobre a extensão e nível de pertinência da revisão da literatura apresentada no corpo do projeto)

**O projeto é de altíssimo nível, com todos os itens (estado da arte, metodologia, objetivos, originalidade) dentro de critérios científicos, e considerando os retornos esportivos, científicos e educacionais, sua execução é altamente recomendável.**

**ITEM 02:** Relevância científica da proposta: (Criticar sobre a importância do estudo como contribuição para captar conhecimento novo, com destaque para a originalidade da proposta).

**Com o advento da copa do mundo e principalmente das olimpíadas, num futuro bem próximo, nosso país carece de trabalhos e iniciativas de estudos desse porte. Como formaremos nossos "campeões"? Só nesse questionamento existe argumento para muitos trabalhos.**

**ITEM 03:** Abordagem metodológica: (Analisar se a metodologia a ser empregada no estudo está apropriadamente dirigida a melhor obtenção de resultados. Avaliar também a viabilidade de obtenção dos resultados quanto à disponibilidade e estado funcional dos materiais de mensuração, equipamentos e insumos a serem utilizados no estudo proposto).

**A abordagem metodológica está dentro do contexto desse tipo de pesquisa e de acordo com os preceitos éticos. A metodologia é adequada tanto no nível prático, quanto nas análises fisiológicas-bioquímicas-citológicas.**

Rua: Coração de Maria nº 92  
Campus Jardim Botânico-CEP: 80.215-370 – Curitiba/PR  
Telefone: (41) 3362-8745 Fax (41) 3360-4336  
[www.edf.ufpr.br](http://www.edf.ufpr.br) email: [mestrado\\_edf@ufpr.br](mailto:mestrado_edf@ufpr.br) [danieldias@ufpr.br](mailto:danieldias@ufpr.br)



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Departamento de Educação Física  
Programa de Pós Graduação  
Mestrado/Doutorado em Educação Física



**ITEM 04:** Tamanho da Amostra: (Avaliar se o número de indivíduos enquadrados na amostra a ser pesquisada é adequado para a obtenção e análise crítica dos resultados). Tratamento estatístico dos resultados: (Quando for o caso, analisar se os testes estatísticos referidos são apropriados para a mensuração da magnitude de significância dos resultados)

**A amostra é razoável, formada por atletas de alto nível e bem treinados. Os testes estatísticos estão adequados a este estudo.**

**ITEM 05:** Perspectivas de divulgação e publicação dos resultados: (No contexto da literatura científica, avaliar a perspectiva de publicação dos resultados e os benefícios de sua divulgação).

**Em minha opinião, as perspectivas de publicação dos resultados, em revistas internacionais, são muito grandes, pela própria qualidade do tema, da justificativa (e dos objetivos) e da metodologia aplicada.**

**ITEM 06:** Referencial bibliográfico: (Criticar o nível de importância e atualização das citações bibliográficas utilizadas no projeto, bem como seu vínculo à temática da investigação).

**Com já citado, o projeto é de altíssimo nível, sua revisão bibliográfica foi ampla e ao mesmo tempo profunda, dando uma visão de todo o contexto.**

Nome do avaliador/Instituição:

**PROFESSOR (A) DR (A): Luiz Fernando Pereira**

INSTITUIÇÃO: PUCPR

ASSINATURA: \_\_\_\_\_

Rua: Coração de Maria nº 92  
Campus Jardim Botânico-CEP: 80.215-370 – Curitiba/PR  
Telefone: (41) 3362-8745 Fax (41) 3360-4336

[www.edf.ufpr.br](http://www.edf.ufpr.br)

email: [mestrado\\_edf@ufpr.br](mailto:mestrado_edf@ufpr.br)

[danieldias@ufpr.br](mailto:danieldias@ufpr.br)



## ANEXO IX

## Declaração de Defesa



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-Graduação em Educação Física



## DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins e efeitos que o aluno HEROS RIBEIRO FERREIRA, realizou a Defesa Final da Tese intitulada **“Efeitos da suplementação de  $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METIL-BUTIRATO (HMB) através de marcadores fisiológicos, bioquímicos e biomecânicos em atletas de alto rendimento de canoagem”** no dia 11 de Abril de 2013, concluindo os créditos necessários para a obtenção do Título de Doutor, no Programa de Doutorado em Educação Física do Setor de Ciências Biológicas, desta Universidade Federal do Paraná.

E, por ser verdade, firmamos a presente.

Em, Curitiba, 11 de Abril de 2013.

Prof.<sup>a</sup> Dra. JOICE MARA FACCO STEFANELLO  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação  
em Educação Física – UFPR

\*OBS: Esta Declaração tem validade pelo prazo de 60 dias para a confecção do documento final de Tese.

## ANEXO X

## Carta de Publicação

*Journal of Exercise Physiologyonline*  
<http://www.asep.org/journals/JEPonline>



January 5, 2013

Ferreira, HR, PhD  
Sports Science Department  
Brazilian Canoe Federation  
3877Sete de Setembro Avenue  
Apartment 601  
Curitiba City, Paraná State, Brazil  
zip-code 84250-210  
Phone:055 21 41 3083 2614  
Email:heros@cbca.org.br

Dear Dr. Ferreira:

**Congratulations.** Your manuscript is accepted for publication in the **JEPonline** February 2013 issue. Please note that there are suggested changes in "red." I had my assistant to condense the suggestions that resulted from the peer review process. There were no major organizational issues and no major reasons to reject the manuscript.

Note that occasionally a manuscript will be returned to the authors with words in "blue." This means the reviewers could not understand the sentence or paragraph. If your manuscript should have a sentence or part of a sentence in **BLUE**, please rethink, rewrite or clarify and, then, convert the blue to red.

You may also see that your references or some parts of your references are in red. This was necessary if changes were suggested by the reviewers (given that the references were not consistent with the submission guidelines). Again, I had my assistant help with the revisions within the reference section to help you with the publication process.

Occasionally, if a table or tables and/or figures presented an issue with size and/or position in the content of the paper, we placed either one or both in the content as best as possible and hope that it meets your approval. We encourage you to not change the edited table size, except where appropriate to update the "units" such as from ml/min to mL·min<sup>-1</sup> and similarly as noted throughout the edited manuscript.

If you approve the suggested changes, leave the manuscript as you received it by email, but please email it back to me for final review. I will see that my assistant converts the "red" edited material to "black" letters where appropriate for publication. Your manuscript will be published in Word and pdf.

Now, as to the publication fee, your manuscript is **11 pages**, which requires a publication fee of **\$375**. Please consider this email as your **official notification for payment**. Note that an **Invoice** is attached to this email as well.

To pay the fee via credit card, go to the **Submission Guidelines** by clicking on the following URL: <http://faculty.css.edu/tboone2/asep/JEPonlineSubmissionGuidelines.html> for **JEPonline** on [www.asep.org](http://www.asep.org) and select credit card (Acteva.com) or go directly to <http://www.acteva.com/booking.cfm?bevaaid=175495>

If you prefer to pay by check, you will need to email me of your intentions to do so when you return via email your manuscript to me. Please note that the check should be made out to ASEP and mailed to: ASEP National Office, c/o Dr. Tommy Boone, The College of St. Scholastica, 1200 Kenwood Avenue, Duluth, MN 55811

As Editor-in-Chief of **JEPonline**, I need you to pay the publication fee by **Monday, January 28, 2013**. That is a 3-week period to make arrangements for payment. Upon receiving the payment, I will make sure the manuscript is published in the **February JEPonline 2013 issue**.

Sincerely,

*Tommy Boone*, PhD, MPH, MAM, MBA  
Professor of Exercise Physiology

#2338 Sinopse

revista | journal

ISSN 1646-107X e-ISSN 2162-2972

# motricidade

INÍCIO   SOBRE   PÁGINA DO UTILIZADOR   NOTÍCIAS   SITE ANTIGO   PESQUISA   ACTUAL   ANTERIORES

[Início > Utilizador > Autor > Submissões > #2338 > Resumo](#)

## #2338 SINOPSE

RESUMO   REVISÃO   EDIÇÃO

### Submissão

Autores   Heros Ribeiro Ferreira, José Fernandes Filho, Luiz Cláudio Fernandes  
Título   VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS EM UMA PROVA DE CANOAGEM  
Documento   2338-5251-1-SM.DOCX   2013-02-10  
original  
Docs. Sup.   Nenhum(a)   ADICIONAR DOCUMENTO SUPLEMENTAR  
Submetido por   Prof Heros Ribeiro Ferreira   
Data de submissão   Fevereiro 10, 2013 - 07:07  
Secção   Artigos Breves  
Editor   André Luiz Guimarães

### Situação

Situação   Em Revisão  
Iniciado   2013-02-10

[rcaap.pt/motricidade/autor/submissao/2338](http://rcaap.pt/motricidade/autor/submissao/2338)

Propriedade/Editora:



Editora:



IDIOMA

Português (Portugal) ▼

UTILIZADOR

Ligado como:  
**herosferreira**  
Minhas Revistas  
Perfil  
Sair do sistema

CONTEÚDO DA  
REVISTA  
Pesquisa

Última alteração 2013-02-25

## Metadados da submissão

EDITAR METADADOS

### Autores

Nome Heros Ribeiro Ferreira   
Afiliação Universidade Federal do Paraná - UFPR  
País Brasil  
POLÍTICA DE CONFLITO DE INTERESSES —  
Resumo da Biografia Pessoal Departamento de Educação Física  
Contacto principal para correspondência.

Nome José Fernandes Filho   
Afiliação Universidade Federal do Rio de Janeiro  
País Brasil  
POLÍTICA DE CONFLITO DE INTERESSES nada

Resumo da Biografia Pessoal —  
Nome Luiz Cláudio Fernandes   
Afiliação Universidade Federal do Paraná  
País Brasil  
POLÍTICA DE CONFLITO DE INTERESSES nada

Resumo da Biografia Pessoal —

### Título e Resumo

Título VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS EM UMA PROVA DE CANGAGEM

Todos

Pesquisar  
Por Edição  
Por Autor  
Por Título  
Outras revistas

TAMANHO DA FONTE

NOTIFICAÇÕES  
Visualizar (4 nova(s))  
Gerir

INFORMAÇÕES  
Para Leitores  
Para Autores  
Para Bibliotecários

SISTEMA ELECTRÓNICO DE EDIÇÃO DE REVISTAS

Ajuda do sistema

#2338 Synopse

## Resumo

O objetivo do presente estudo foi analisar marcadores bioquímicos de desempenho atlético, à luz de um contexto clínico e atlético. Métodos: Foram coletadas amostras de sangue periférico (8 mL) de 20 canoístas em repouso e 15 minutos após uma prova oficial. Em seguida, realizaram-se hemograma, análise de marcadores bioquímicos, lesão muscular e lipidograma. Resultados: A análise estatística dos resultados mostrou um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) na atividade sérica das enzimas CK, CK-MM, CK-MB e LDH; na concentração sérica de creatinina e ferro sérico. Por outro lado, triglicéides, VLDL e ácido úrico sérico apresentaram um decréscimo significativo. Conclusão: os dados mostram alterações nos parâmetros bioquímicos de sangue após uma prova oficial dessa modalidade, o que demonstra a importância da realização de exames laboratoriais como forma de diagnóstico de distúrbios bioquímicos silenciosos.

## Indexação

Idioma por

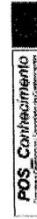
## Entidades financiadoras

Entidades —

## OpenAIRE Specific Metadata

ProjectID —

A revista Motricidade (ISSN 1646-107X, eISSN 2182-2972) é uma publicação trimestral da Fundação Técnica e Científica do Desporto.



**Revista de Salud Pública**

Correo Marzo 15, 2013 09:46:45

---

INICIO ACERCA DE... ÁREA PERSONAL BUSCAR ACTUAL ARCHIVOS ANUNCIOS SCIELO SALUD PÚBLICA CATEGORÍA A1 - PUBLINDEX

Inicio > Usuario > Autor > Envíos > #32942 > **Resumen**

## #32942 Resumen

**RESUMEN** REVISIÓN EDITAR

### Envío

<b>Autores</b>	Ferreira Heros Ribeiro ; Rodacki André Luiz Félix ; Gill Pamela ; Fernandes Filho José ; Tanhoffer1 Ricardo ; Fernandes Luiz Cláudio	
<b>Título</b>	Análisis de las variables propulsor (fuerza-tiempo curva) de una pruebas simuladas de canotaje	
<b>archivo original</b>	32942-122080-1-SM.DOCX	2012-09-07
<b>archivos ad.</b>	Ninguno	<a href="#">AÑADIR ARCHIVO ADICIONAL</a>
<b>Remitente</b>	Heros Ferreira	
<b>Fecha de envío</b>	septiembre 7, 2012 - 12:37 PM	
<b>Sección</b>	Artículos/Investigación	
<b>Editor</b>	Ninguno asignado	

---

### Estado

<b>Estado</b>	Esperando asignación
<b>Iniciado</b>	2012-09-07
<b>Última modificación</b>	2012-09-07

---

### Envío de metadatos

EDITAR METADATOS

#### Autores

<b>Nombre</b>	Ferreira Heros Ribeiro
<b>Filiación</b>	Universidade Federal do Paraná
<b>País</b>	Brasil
<b>Resumen biográfico</b>	Departamento de Ciências do Esporte - CBCa Laboratório de Metabolismo Celular - UFPR

**Contacto principal para correspondencia editorial.**

<b>Nombre</b>	Rodacki André Luiz Félix
<b>Filiación</b>	—
<b>País</b>	—
<b>Resumen biográfico</b>	—

<b>Nombre</b>	Gill Pamela
<b>Filiación</b>	—
<b>País</b>	—
<b>Resumen biográfico</b>	—

<b>Nombre</b>	Fernandes Filho José
<b>Filiación</b>	—
<b>País</b>	—
<b>Resumen biográfico</b>	—

<b>Nombre</b>	Tanhoffer1 Ricardo
<b>Filiación</b>	—
<b>País</b>	—
<b>Resumen biográfico</b>	—

<b>Nombre</b>	Fernandes Luiz Cláudio
<b>Filiación</b>	—
<b>País</b>	—
<b>Resumen biográfico</b>	—

#### Título y resumen

<b>Título</b>	Análisis de las variables propulsor (fuerza-tiempo curva) de una pruebas simuladas de canotaje
<b>Resumen</b>	El presente artículo de investigación es el resultado del estudio de los factores que influyen en la clasificación...

SISTEMA NACIONAL DE BIBLIOTECAS UN

Ayuda de la revista

**NÚMERO EN CURSO**

**USUARIO**

Su identificación actual es...

**heros**

- Mis Revistas
- Mi Perfil
- Salir

**AUTOR**

Envíos

- Activo (1)
- Archivo (0)
- Nuevo envío

**IDIOMA**

Español (España)

**CONTENIDO DE LA REVISTA**

Buscar

**Todos**

Buscar

**Navegar**

- Por número
- Por autor
- Por título
- Portal de Revistas UN

**TAMAÑO DE FUENTE**

**INFORMACIÓN**

- Para lectores
- Para autores
- Para bibliotecarios

15/03/13

#32942 Resumen

métodos utilizados para analizar la fuerza y el poder en la navegación no son muy específicos acerca de las acciones realizadas durante los movimientos y no tienen relación directa. Así, el presente estudio tuvo como objetivo analizar las siguientes variables de la curva fuerza-tiempo: FM (fuerza media) PF (fuerza máxima), RFD (tasa de desarrollo de la fuerza), SI (índice de fatiga) y el IMP (pulso), donde se encontraron diferencias entre hemisferios (izquierda y derecha) en diferentes momentos durante la prueba simulada. Se concluyó que no había una tendencia por parte de los atletas para mantener una estrategia de mantener el ritmo de los movimientos que generan una irregularidad con el IMP durante toda la prueba. El seguimiento de TDF demostró ser una variable importante de las diferencias de ingresos entre períodos de atletas: la prueba inicial y final, más allá de la correcta aplicación de la técnica de optimización de rendimiento deportivo. Se puede observar que los resultados actuales proporcionan información importante sobre la estrategia de la evidencia y directamente influye en el rendimiento de los atletas.

Palabras clave: Fuerza; Impulso; Fatiga; Atletas.

#### Indexación

Disciplina académica y sub-disciplinas	biomecánica
Clasificación por materias	Educación Física
Palabras clave	Fuerza; Impulso; Fatiga; Atletas.
Cobertura geo-espacial	—
Cobertura cronológica o histórica	—
Características de los ejemplos de investigación	—
Tipo, método o enfoque	—
Idioma	pt

#### Agencias de patrocinio

Agencias	—
----------	---

Revista de Salud Pública, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Instituto de Salud Pública, Oficina 318. Tel. (57)(1) 3165000 ext. 15036. correo-e: caagudeloc@unal.edu.co

ISSN: 0124-0064 (impresa)  
ISSN: En trámite (online)

Indexada en:



#### IBN Publindex

El Índice Bibliográfico Nacional Publindex es un sistema colombiano para la clasificación, actualización, escalafonamiento y certificación de las publicaciones científicas y tecnológicas. Es regido por COLCIENCIAS y el ICFES en Colombia.



#### Directory of Open Access Journals

DOAJ aumenta la visibilidad y la facilidad de uso de las revistas científicas y académicas de acceso abierto, pretende ser global y abarcar todas las revistas que utilizan un sistema de control de calidad para garantizar el contenido.



#### SciELO Colombia

SciELO Colombia es una librería virtual para América Latina, el Caribe, España y Portugal, fue creada por FAPESP en el año de 1997 en Sao Paulo Brasil, actualmente en Colombia es gestionada por la Universidad Nacional de Colombia.



#### Social Sciences Citation Index®

SSCI de Thomson Reuters es un prestigioso sistema de indexación en línea que incorpora información bibliográfica y de citación de revistas de ciencias sociales alrededor del mundo.



#### Scopus

Scopus es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 19.500 títulos de más de 5.000 editores internacionales, incluyendo la cobertura de 16.500 revistas.

#### Latindex

15/03/13

#32942 Resumen



Latindex es producto de la cooperación de una red de instituciones latinoamericanas que funcionan de manera coordinada para reunir y diseminar información bibliográfica sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en la región.



Redalyc

REDALYC es la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, auspiciada por la Universidad Autónoma del Estado de México.

Universidad Nacional de Colombia  
Avenida Eldorado No.44 A 40 - Hemeroteca Nacional Of. 403  
Bogotá D.C. - Colombia

PBX: 3165000 ext. 20004  
Aviso Legal - Copyright

## ANEXO XI

## Exemplo de Análises Clínicas da Amostra

Impresso em 29/05/2010 as 11:10:24

Page 3 of 3

B



**UNIAMÉRICA**  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

Rua Padre Montoya, 451 Fone.: (45) 3025-2985

Paciente.: 0157 [REDACTED] LVA 098414  
Sexo.: Masculino  
Data Nasc.: 12/04/1993 Endereço.: Avenida Costa E Silva, 1199  
Idade.: 17 Ano(s) Fone.: 4599674912  
Médico: PROJETO CANOAGEM

## Resultados de Exames

## HEMOGRAMA COMPLETO

Material.: Sangue Com Edta Agendado em.: 31/03/2010  
Método...: Automatizado/Cobas Micro-60 Data de Execução.: 29/05/2010

	Resultado	Unidade	Vlr Referência
<b>ERITROGRAMA</b>			
Eritrócitos	5.48	milhões/uL	4,1 a 5,3 milhões/uL *
Hemoglobina	15.5	g/dL	12,0 a 16,0 g/dL
Hematócrito	47.3	%	36,0 a 46,0 % *
V.G.M.	86.31	fl	82,0 a 97,0 fl
H.G.M.	28.28	pg	25,0 a 35,0 pg
C.H.G.M.	32.77	%	31,0 a 36,0 %
<b>LEUCOGRAMA</b>			
Leucócitos	10300	/mm3	3500 a 10000 mm3
Eosinófilos	02 %	206 /mm3	50 a 500 mm3
Basófilos	0 %	0 /mm3	Até 600 mm3
Linfócitos	21 %	2163 /mm3	900 a 2900 mm3
Monócitos	09 %	927 /mm3	300 a 900 mm3
Mielócitos	0 %	0 /mm3	0/ mm3
Metamielócitos	0 %	0 /mm3	0/ mm3
Bastonetes	01 %	103 /mm3	Até 840 mm3
Segmentados	67 %	6901 /mm3	1700 a 8000 mm3
Plaquetas	308.000	mm3	150.000 a 450.000 mm3

Observações:

Dra. Patrícia Ignez Amorim  
CRM - 11.575

Dr. Filemon de Lima Silvano  
CREM - 9886  
Responsável Técnico

Este resultado não é definitivo, é um exame complementar e, como tal, deverá ser analisado pelo médico assistente, para correlação diagnóstica e/ou terapêutica.

Este Laboratório participa do Programa Nacional de Controle de Qualidade - PNCQ da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas.

RUA PADRE MONTOKYA, 451 - CENTRO - FONE: 45 3025 2985 - CEP 85851-080 - F0Z DO IGUAÇU - PR

**UNIAMÉRICA**

LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

Rua Padre Montoya, 451 Fone.: (45)3025-2985

Paciente.: 0157 [REDACTED] LVA

098415

Sexo.: Masculino

Data Nasc.: 12/04/1993

Endereço.: Avenida Costa E Silva, 1199

Idade.: 17 Ano(s)

Fone.: 4599674912

Médico: PROJETO CANOAGEM

**Resultados de Exames****PARCIAL DE URINA**

Material.: Urina

Agendado em.: 31/03/2010

Método.: Clinitek / Microscopia

Data de Execução.: 29/05/2010

	Resultado	Unidade	Vlr Referência
<b>EXAME FÍSICO:</b>			
Volume	40	mL	Entre 10 e 100
Densidade	1030		1015 a 1025
pH	6.0		Neutro
Cor	Amarelo Citrino		Amarelo Claro
Aspecto	Limpido		Limpido
Depósito	Escasso		
<b>EXAME QUÍMICO:</b>			
Cetona	Ausente		Ausente
Urobilinogênio	Normal		Normal
Pigmentos Biliares	Ausentes		Ausentes
Hemoglobina	Ausente		Ausente
Glicose	Ausente		Ausente
Proteína	Menor que 30 mg/dl		Menor que 30 mg/dl
Nitrito	Negativo		Negativo
<b>SEDIMENTOSCOPIA:</b>			
Células Epiteliais	1.000	/ml	Até 10.000/ml
Leucócitos	24.000	/ml	Até 10.000/ml
Hemácias	6.000	/ml	Até 10.000/ml
Cilindros	Ausentes	/ml	Até 1.750/ml (p/ hialinos)
Cristais	Ausentes		
Filamentos de Muco	Ausentes		Ausentes
BACTERIOSCOPIA	Bactérias não visualizadas		Ausente

**Observações:** Nota: Resultados de EAS refletem apenas o período de retenção de amostra de urina na bexiga.

Dr. Patrícia Inez Amorim  
CRB - 11.575

Dr. Filemon de Lima Silvano  
CREM - 9886  
Responsável Técnico

Este resultado não é definitivo, é um exame complementar e, como tal, deverá ser analisado pelo médico assistente, para correlação diagnóstica e/ou terapêutica.

Este Laboratório participa do Programa Nacional de Controle de Qualidade - PNCQ da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas.

RUA PADRE MONTOYA, 451 - CENTRO - FONE: 45 3025 2985 - CEP 85851-080 - FOZ DO IGUAÇU - PR



## UNIAMÉRICA

LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

Rua Padre Montoya, 451 Fone.: (45) 3025-2985

Paciente.: 0157 [REDACTED] LVA 098410  
 Sexo.: Masculino  
 Data Nasc.: 12/04/1993 Endereço.: Avenida Costa E Silva, 1199  
 Idade.: 17 Ano(s) Fone.: 4599674912  
 Médico: PROJETO CANOAGEM

### Resultados de Exames

#### SODIO

Material.: Soro Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Análise por íon Seletivo - AVL Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Resultado:.....	139	mEq/L 135,0 a 145,0 mEq/L

Observações:

#### UREIA

Material.: Soro Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Cinético/Automatizado Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Resultado:.....	34	mg/dl 15,0 a 40,0 mg/dl

Observações:

#### COLESTEROL TOTAL E FRACOES

Material.: Soro Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Enzimático/automatizado Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Colesterol Total.....	151	mg/dL < 200,0 mg/dL
Triglicerídeos.....	78	mg/dL < 150,0 mg/dL
Colesterol HDL.....	42	mg/dL > ou = a 40,0 mg/dL
Colesterol VLDL.....	15.6	mg/dL 10,0 a 30,0 mg/dL
Colesterol LDL.....	93.4	mg/dL < 130,0 mg/dL

Observações: NOTA: Seg. III Consenso Brasileiro de Dislipidemias.

#### CREATINOFOSFOQUINASE (CPK)

Material.: Soro Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Automatizado Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Resultado:.....	232	U/L 25,0 a 232,0 U/L

Observações:

Dra. Patrícia Ignez Amorim  
 CRBM - 11.575

Dr. Filemon de Lima Silvano  
 CRBM - 9886  
 Responsável Técnico

Este resultado não é definitivo, é um exame complementar e, como tal, deverá ser analisado pelo médico assistente, para correlação diagnóstica e/ou terapêutica.

Este Laboratório participa do Programa Nacional de Controle de Qualidade - PNCQ da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas.

RUA PADRE MONTOYA, 451 - CENTRO - FONE: 45 3025 2985 - CEP 85851-080 - FOZ DO IGUAÇU - PR



## UNIAMÉRICA

LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

Rua Padre Montoya, 451 Fone.: (45)3025-2985

Paciente.: 015 [REDACTED] ILVA 098405  
 Sexo.: Masculino  
 Data Nasc.: 12/04/1993 Endereço.: Avenida Costa E Silva, 1199  
 Idade.: 17 Ano(s) Fone.: 4599674912  
 Médico: PROJETO CANOAGEM

### Resultados de Exames

#### ACIDO URICO

Material.: Soro Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Enzimático/automatizado Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Resultado:..... 4.8	mg/dL	3,6 a 7,7 mg/dl

Observações:

#### CALCIO

Material.: Soro Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Enzimático/automatizado Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Resultado:..... 9.5	mg/dl	8,8 a 11 mg/dl

Observações:

#### CREATININA

Material.: Soro Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Cinético/automatizado Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Resultado:..... 1.1	mg/dL	0,60 a 1,30 mg/dL

Observações:

#### GLICOSE DE JEJUM

Material.: Plasma Fluoretado Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Enzimática Automatizada Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Resultado:..... 64	mg/dL	65 a 99 mg/dL *

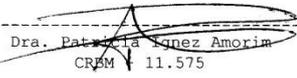
Observações:

#### POTASSIO

Material.: Soro Agendado em.: 31/03/2010  
 Método...: Análise por íon Seletivo - AVL Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
Resultado:..... 4.2	mEq/L	De 3,5 a 5,0 mEq/L

Observações:

  
 Dra. Patricia Inez Amorim  
 CRBM 11.575

-----  
 Dr. Filemon de Lima Silvano  
 CRBM - 9886  
 Responsável Técnico

Este resultado não é definitivo, é um exame complementar e, como tal, deverá ser analisado pelo médico assistente, para correlação diagnóstica e/ou terapêutica.

Este Laboratório participa do Programa Nacional de Controle de Qualidade - PNCQ da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas.

RUA PADRE MONTOYA, 451 - CENTRO - FONE: 45 3025 2985 - CEP 85851-080 - FOZ DO IGUAÇU - PR

Impresso em 29/05/2010 as 11:10:24

Page 5 of 5

**UNIAMÉRICA**

LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

Rua Padre Montoya, 451 Fone.: (45)3025-2985

Paciente.: 015 [REDACTED] LVA 098416  
 Sexo.: Masculino  
 Data Nasc.: 12/04/1993 Endereço.: Avenida Costa E Silva, 1199  
 Idade.: 17 Ano(s) Fone.: 4599674912  
 Médico: PROJETO CANOAGEM

## Resultados de Exames

**LDH - LACTATO DESIDROGENASE**

Material.: Soro  
 Método...: Cinético

Agendado em.: 31/03/2010  
 Data de Execução.: 29/05/2010

Resultado	Unidade	Vlr Referência
348	U/L	200 a 480 U/L

Observações:

~~Dra. Patrícia Ignez Amorim~~  
 CRBM 11.575

Dr. Filemon de Lima Silvano  
 CRBM - 9886  
 Responsável Técnico

Este resultado não é definitivo, é um exame complementar e, como tal, deverá ser analisado pelo médico assistente, para correlação diagnóstica e/ou terapêutica.

Este Laboratório participa do Programa Nacional de Controle de Qualidade - PNCQ da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas.

RUA PADRE MONTOYA, 451 - CENTRO - FONE: 45 3025 2985 - CEP 85851-080 - FOZ DO IGUAÇU - PR



**UNIAMÉRICA**  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

Paciente: <b>3091</b>	Sexo Masculino	Idade 16a 01m 23d	O.S. 33242315	Data da Emissão: 27/05/2010 15:45:13
Solicitação: LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS			Matrícula	Data do Cadastro: 31/03/2010 21:24:27
Instituição: CENTRO EDUCACIONAL DAS AMERICAS LTDA				Local: FOZ DO IGUAÇU

Exame: <b>FERRO SÉRICO</b>	Resultado: <b>119,0 ug/dL</b>	Valor(es) de referência: 35,0 a 150,0 ug/dL
Material: soro		
Método: Colorimétrico/automatizado		

Liberado por: Dr(a). Grasielle Elger - CRF 16439-PR

~~Dr. Grasielle Elger~~  
~~Responsável~~  
~~LABORATÓRIO~~

Este resultado não é definitivo, é um exame complementar e, como tal, deverá ser analisado pelo médico assistente, para correlação diagnóstica e/ou terapêutica.

Este Laboratório participa do Programa Nacional de Controle de Qualidade - PNCQ da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas.

RUA PADRE MONTOYA, 451 - CENTRO - FONE: 45 3025 2985 - CEP 85851-080 - FOZ DO IGUAÇU - PR