

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA - UNIMEP**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - FACIS**  
**CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**NATHÁLIA ARNOSTI VIEIRA**

**AVALIAÇÕES FISIOLÓGICAS E EFEITOS DO TREINAMENTO COM  
CARGAS MONITORADAS SOBRE PARÂMETROS AERÓBIOS,  
ANAERÓBIOS E DE *PERFORMANCE* EM CANOAGEM *SLALOM***

PIRACICABA-SP

2012

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA - UNIMEP**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - FACIS**  
**CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**AVALIAÇÕES FISIOLÓGICAS E EFEITOS DO TREINAMENTO COM  
CARGAS MONITORADAS SOBRE PARÂMETROS AERÓBIOS,  
ANAERÓBIOS E DE *PERFORMANCE* EM CANOAGEM *SLALOM***

NATHÁLIA ARNOSTI VIEIRA

**Orientadora:** Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto

Dissertação apresentada para a defesa ao Programa de Pós Graduação em Educação Física da Universidade Metodista de Piracicaba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Física

PIRACICABA

2012

**NATHÁLIA ARNOSTI VIEIRA**

**AVALIAÇÕES FISIOLÓGICAS E EFEITOS DO TREINAMENTO COM  
CARGAS MONITORADAS SOBRE PARÂMETROS AERÓBIOS,  
ANAERÓBIOS E DE *PERFORMANCE* EM CANOAGEM *SLALOM***

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Fúlvia B Manchado Gobatto**  
**Universidade Metodista de Piracicaba**

---

**Prof. Dr. Ídico Luiz Pellegrinotti**  
**Universidade Metodista de Piracicaba**

---

**Prof. Dr. Adelino Sanches Ramos da Silva**  
**Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto**

**Piracicaba, 27 de janeiro de 2012.**

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer a minha família, meus pais **Edilene Arnosti** e **Eduardo Letízio Vieira**, pelo carinho e apoio dado na elaboração do trabalho, de fundamental importância para a consolidação de mais uma etapa em minha vida. Ao **Renato Ferreira dos Santos**, que esteve presente em mais esse momento da minha vida.

Agradeço aos meus avós **Moacir Arnosti**, **Maria Helena Cerri Arnosti** e **Sônia Letízio Vieira**, que sempre foram muito presentes em minha vida, me dando força e esperança para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Agradeço também, a **Prof. Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto**, por me aceitar como orientanda no programa de Mestrado. Também agradeço pelos conselhos profissionais, pelos direcionamentos e porque não, pela amizade construída em mais de dois anos de convivência.

Agradeço também, de maneira muito especial, ao **Prof. Dr. João Paulo Borin**, por ter despertado em mim a vontade e o prazer da investigação científica e me incentivado a dar os primeiros passos na área acadêmica.

A **CAPES** pela bolsa concedida durante o Mestrado em Educação Física na UNIMEP.

Agradeço a **Associação de Canoagem de Piracicaba** por abrir às portas de suas dependências e deixar atletas à disposição para a realização deste estudo científico. O agradecimento estende-se de modo especial ao **Prof. Ms. Denis Terezani** e **Prof. Ms. Alan Schmidt**, técnicos e preparadores físicos da equipe, pelo caráter, companheirismo, interesse e pelos conhecimentos compartilhados, além da amizade proporcionada.

Ao **Prof. Dr. Idico Luiz Pelegrinotti** e **Prof. Dr. Adelino Sanches Ramos da Silva**, por terem prontamente aceitado fazer parte da banca examinadora desta qualificação.

Aos amigos do curso de Educação Física e do curso de mestrado em Educação Física da Universidade Metodista de Piracicaba que auxiliaram de forma efetiva no processo de coleta de dados, agradeço pelo apoio e incentivo.

*“Cada sonho que você deixa para trás, é um  
pedaço do seu futuro que deixa de existir”*  
**Steve Jobs**

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

**Tabela 1.1.** Valores médios e DP do tempo de execução (s), distância percorrida (m), total de remadas, remadas a favor da correnteza, remadas contra a correnteza, ciclo de remadas e remadas cruzadas para cada dia de simulação 46

### Artigo 2

**Tabela 2.1.** Resultados determinados pelos modelos de avaliação invasivo e não invasivo, antes e após 7 semanas de treinamento, e valores de P para a análise de comparação entre os resultados nos dois momentos. 65

### Artigo 3

**Tabela 3.1.** Resultados de capacidade anaeróbia e aeróbia e  $\Delta\%$  de mudanças para cada momento analisado 83

**Tabela 3.2.** Resultados de *performance*, características técnicas e  $\Delta\%$  de mudanças para cada momento analisado 85

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Lagoa onde foram efetuados os testes para determinação de $V_{crit}$ e CRA, bem como algumas sessões de treinamento	29
<b>Figura 2:</b> Local em que foram efetuadas as sessões específicas de treinamento em canoagem <i>slalom</i> e as provas simuladas dessa modalidade.	29
<b>Figura 3:</b> Semanas de treinamento, total de dias treinados, provas oficiais e momento das avaliações.	30
<b>Figura 4:</b> Cardíofrequencímetro e equipamento GPS utilizados para aquisição de dados durante as simulações de prova de canoagem <i>slalom</i> .	33
<b>Figura 5:</b> Extração de sangue do lóbulo da orelha de um atleta, antes da simulação de prova e tubos de centrífuga utilizados para armazenar o sangue.	35
<b>Artigo 1</b>	
<b>Figura 1.1.</b> Apresenta os resultados individuais, a média e o desvio padrão da concentração de lactato ( $[La]$ ) dos atletas em repouso e em recuperação.	47
<b>Figura 1.2.</b> Apresenta dados de frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx}$ , $FC_{méd}$ , $FC_{mín}$ )	48
<b>Artigo 2</b>	
<b>Figura 2.1.</b> Desenho experimental adotado no presente estudo.	62
<b>Figura 2.2.</b> Exemplo da determinação do limiar anaeróbio por teste invasivo (vai-vem) utilizando a análise de inspeção visual do ponto de inflexão da curva lactacidêmica, sucedida por bissegmentação das retas de regressão, sendo analisados o $Lan$ (intensidade e concentração de lactato) e duração do exercício realizado acima do $Lan$ em teste progressivo (gráfico à esquerda). O segundo exemplo expressa a determinação dos parâmetros aeróbio ( $V_{crit}$ ) e anaeróbio (CRA) por método não invasivo, baseado no ajuste linear 'distância vs tempo'.	63
<b>Figura 2.3.</b> Curva lactacidêmica média obtida por protocolo progressivo invasivo e o ajuste linear distância vs tempo (médias $\pm$ EPM) encontrados antes e após o treinamento.	66
<b>Figura 2.4.</b> Linhas das médias e erro padrão das médias semanais do volume, intensidade e carga de treinamento, monitorada ao longo das 7 semanas.	67
<b>Artigo 3</b>	
<b>Figura 3.1.</b> Semanas de treinamento, momentos de avaliações e monitoramento do treinamento ao final de cada sessão.	79

**Figura 3.2.** A- Resultados de frequência cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>), frequência média (FC<sub>méd</sub>) e mínima (FC<sub>mín</sub>), observadas nos diferentes momentos. B- Resultados lactacidemicos após as simulações de prova observadas nos diferentes momentos (minutos 1, 3, 5, 7 e 9).

86

**Figura 3.** A- Resultados da carga semanal total e do strain encontrados durante as 22 semanas de monitoramento de treinamento. B- Resultados da carga semanal média e da monotonia encontrados durante as 22 semanas de monitoramento de treinamento. C- Dinâmica da intensidade de treinamento durante as 22 semanas de treinamento. D- Dinâmica do volume de treinamento durante as 22 semanas de treinamento.

87



## ABREVIATURAS

%	Percentual
[Lac]	Concentração de Lactato sanguíneo
[Lac] <sub>LAN</sub>	Concentração de Lactato Sanguíneo relativo ao Limiar Anaeróbio
°C	Graus Celsius
μL	Microlitro
ATP	Adenosina Trifosfato
bpm	Batimentos por Minuto
CCA	Capacidade de Corrida Anaeróbia
Cm	Centímetro
CRA	Capacidade de Remada Anaeróbia
CTA	Capacidade de Trabalho Anaeróbio
EPM	Erro Padrão da Média
FC	Frequência Cardíaca
FC máx	Frequência Cardíaca Máxima
FC méd	Frequência Cardíaca Média
FC mín	Frequência Cardíaca Mínima
GPS	Sistema Global de Posicionamento
Kg	Quilograma
Km/h	Quilômetros por hora
LAN	Limiar Anaeróbio
M	Metros
min	Minutos
mL	Mililitro
mmol/L	Milimol por Litro
Nm	Nanômetro
OBLA	Concentração Fixa de Lactato
Pcrit	Potência Crítica
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
R <sup>2</sup>	Coefficiente do ajuste linear
S	Segundos
TCA	Ácido Tricloroacético
T <sub>supra LAN</sub>	Tempo de exercício entre o LAN e a exaustão

Vcrit      Velocidade Crítica  
 $\Sigma$       Somatória

VIEIRA, Nathália Arnosti. Avaliações fisiológicas e efeitos do treinamento com cargas monitoradas sobre parâmetros aeróbios, anaeróbios e de *performance* em canoagem *slalom*. Dissertação apresentada para a Defesa. Programa de Mestrado em Educação Física, Piracicaba, 2012.

### RESUMO

A Canoagem *slalom* é uma modalidade realizada em um curso de água com duração compreendida entre 90 a 120 s e carente de investigações científicas relacionadas ao treinamento e avaliação. Nesse sentido, o objetivo geral do presente projeto foi propor avaliações fisiológicas específicas à canoagem *slalom*, quantificando e avaliando os efeitos do treinamento monitorado nas condições aeróbia, anaeróbia e na *performance* desportiva de canoístas de elevado rendimento. Participaram do estudo seis atletas pertencentes à categoria principal de equipe filiada à Confederação Brasileira de Canoagem. Os treinos e as avaliações foram realizados na Lagoa de Piracicaba e no Rio de Piracicaba, mesmos locais onde os avaliados realizaram treinamento específico. Alguns testes foram realizados ao longo de vinte e duas semanas de treinamento monitorado, nos momentos: inicial (M0), após quatorze semanas (M1), após vinte e duas semanas (M2). Os testes adaptados à especificidade da modalidade foram o protocolo progressivo realizado com o intuito de determinar o limiar anaeróbio por concentração de lactato sanguíneo e o modelo de potência crítica, adaptado para estimar a velocidade crítica (VCrit) e capacidade de remada anaeróbia (CRA) de canoístas. Provas simuladas foram realizadas para avaliar a *performance* (tempo de prova e velocidade média de prova), sendo também analisados parâmetros técnicos referentes às remadas efetuadas e respostas fisiológicas (lactacidemia e frequência cardíaca). Ao longo do programa de treinamento analisado, a carga de treinamento individual foi obtida ao final de cada sessão, sendo considerada o produto da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) pelo volume da sessão (min). Os resultados serão apresentados na forma de três artigos. O primeiro estudo objetivou caracterizar e testar a reprodutibilidade entre simulações de prova de canoagem *slalom*, realizadas em dois dias distintos, analisando respostas fisiológicas, técnicas e de *performance* na modalidade. Elevada intensidade e curta duração foram características da prova simulada, como observado pelas respostas fisiológicas analisadas. Além disso, positivas e significantes correlações entre diversas variáveis foram obtidas, sugerindo que o modelo de simulação é um indicador exequível e de grande valia para avaliações na canoagem *slalom*. O segundo estudo sugeriu um teste específico de limiar anaeróbio para canoagem *slalom*, comparando os resultados obtidos por esse protocolo aos estimados por método não invasivo de velocidade crítica, e ainda testou a sensibilidade dos parâmetros aeróbios e anaeróbios fornecidos por ambos os testes após sete semanas de treinamento monitorado na modalidade. A partir dos dados encontrados, conclui-se que o protocolo invasivo baseado nas respostas lactacidêmicas e adaptado às especificidades da canoagem *slalom* foi efetuado com sucesso e apresentou sensibilidade às sete semanas de treinamento para os canoístas, com carga não variada. Por outro lado, a VCrit e CRA foram mantidas após as semanas de treinamento analisadas.

**Palavras-chave:** Avaliações fisiológicas, cargas de treinamento, canoagem *slalom*, provas simuladas, limiar anaeróbio, velocidade crítica.

## ABSTRACT

The slalom kayak is modality held in a water course with a duration comprised between 90 and 120 s and there's a lacking in scientific research related to training and evaluation. In this sense, the general objective of this study was to propose specific physiological evaluations for slalom kayaking, quantifying and evaluating the effects of monitored training for aerobic and anaerobic conditions and in performance of high performance paddlers. The study included six athletes belonging to the main category of staff affiliated to the Brazilian Canoe Confederation. The training and the evaluations were conducted in the Piracicaba's lake and Piracicaba's river, same locations that the subjects performed specific training. Some tests were performed over twenty-two weeks of training monitored in determined moments: initial (M0), after fourteen weeks (M1), after twenty-two weeks (M2). The tests adapted to the modality specificity the progressive protocol in order to determine the anaerobic threshold for blood lactate concentration and the critical power model, adapted to estimate the critical velocity (CV) and anaerobic paddling capacity (APC) of paddlers. Simulated Tests were performed to evaluate the performance (runtime and run average velocity), also being analyzed the technical parameters related to paddles made and physiological responses (heart rate and blood lactate concentration). Throughout the training program review, the individual training load was obtained at the end of each session, and is considered the product of the rating of perceived exertion (RPE) by the volume of the session (min). Results are presented in the form of three articles. The first study aimed to characterize and test the reproducibility between race simulations of slalom kayaking, held on two different days, analyzing physiological responses, technical and performance in sport. High intensity and short duration were characteristics of simulated race, as observed by the physiological responses analyzed. In addition, positive and significant correlations between several variables were obtained, suggesting that the simulation model is an indicator feasible and valuable for evaluations in slalom kayaking. The second study suggested a specific test of anaerobic threshold for slalom kayaking, comparing obtained results by this protocol to estimate by noninvasive method of critical velocity, and also tested the sensitivity of aerobic and anaerobic parameters provided by both tests after seven weeks of monitored training. From the findings it is concluded that the protocol based on blood lactate responses and adapted to the specificities of slalom kayaking was successful and showed sensitivity to seven weeks of training for paddlers with no varying load. On the other hand, CV and APC were kept after the weeks of training discussed.

**Key Word:** Physiological evaluation, training load, slalom kayak, race simulation, anaerobic threshold, critical velocity.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. OBJETIVOS.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. Caracterização da Canoagem <i>Slalom</i> .....	18
2.2. Capacidades Aeróbia e Anaeróbia.....	20
2.2.1. Métodos de avaliação das capacidades aeróbia e anaeróbia.....	21
2.2.1.1. Teste progressivo com mensuração do lactato.....	21
2.2.1.2. Modelo de Potência Crítica.....	23
2.3. Monitoramento e controle de treinamento.....	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1. Participantes.....	28
3.2. Local.....	28
3.3. Desenho Experimental.....	30
3.3.1. Métodos de avaliação das condições aeróbia, anaeróbia, rendimento, intensidade e carga de treinamento.....	30
3.3.1.1. Determinação da $V_{crit}$ e CRA em lagoa.....	30
3.3.1.2. Teste progressivo com coleta de sangue para análise do lactato sanguíneo.....	31
3.3.1.3. Simulação de prova.....	32
3.3.1.4. Avaliação da intensidade e carga psicológica de treinamento diário..	34
3.4. Análise de Dados.....	34
3.4.1. Extração de sangue e análise do lactato sanguíneo.....	34
3.4.2. Análise Estatística.....	35
5. RESULTADOS.....	37
Artigo 1: Caracterização e reprodutibilidade de provas simuladas em canoagem <i>slalom</i> : análises fisiológicas, técnicas e de <i>performance</i> .....	38
Artigo 2: Limiar anaeróbio e parâmetros do modelo de velocidade crítica em testes específicos para a canoagem <i>slalom</i> , antes e após treinamento monitorado.....	58
Artigo 3: Respostas fisiológicas, técnicas e de <i>performance</i> em 22 duas semanas de treinamento com cargas monitoradas na canoagem <i>slalom</i> .	74

<b>6. REFERÊNCIA.....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>106</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os diversos esportes que utilizam embarcações e são executados em ambiente aquático é possível destacar a canoagem *slalom*, caracterizada por descidas de aproximadamente 100 segundos em rios com corredeiras, nas quais o atleta precisa contornar "portas" com exercícios de deslocamento a favor e contra corrente.

Essa modalidade esportiva exige extrema técnica na realização das tarefas sobre o caiaque e é dependente dos sistemas energéticos anaeróbio e aeróbio, especialmente por necessitar de aporte de energia de maneira rápida durante a prova e recuperação metabólica após os esforços. O desenvolvimento das capacidades força, coordenação, velocidade de movimentos acíclicos, velocidade de reação, equilíbrio e flexibilidade se faz necessário nesse esporte (FERREIRA et al., 2006), bem como modificações positivas no sistema cardiovascular, devido a utilização de elevadas intensidades de exercício durante as provas (ZAMPARO et al., 2006).

Nesse sentido, especialmente quando objetiva-se o alto rendimento, a periodização do treinamento desportivo, realizada juntamente com o monitoramento de variáveis fisiológicas, cargas de treinamento e parâmetros de *performance*, são essenciais para a conquista dos objetivos pleiteados em momentos oportunos.

Apesar da significativa importância para a área do treinamento desportivo, há grande carência científica no que tange o acompanhamento de treinamentos monitorados de maneira sistematizada. Grande parte dos estudos que documentam os benefícios do tipo, volume, intensidade e frequência de exercício, avalia as respostas dos atletas em momentos iniciais e finais do processo, não enfatizando as modificações decorrentes das etapas de trabalho desportivo.

Assim como é possível vislumbrar a carência supracitada em esportes de maneira geral, na canoagem, modalidade *slalom*, as lacunas são expressivas. Muitos trabalhos investigando o treinamento para a canoagem modalidade velocidade são encontrados na literatura internacional, como o estudo que descreve um método de treinamento com sobrecarga objetivando melhorar a velocidade de canoístas (LIOW, HOPKINS, 2003), o trabalho que efetua o monitoramento da intensidade do treinamento em canoístas de velocidade (BISHOP, 2004), o artigo que quantifica o gasto metabólico durante execução das técnicas em canoístas de velocidade (GRAY et al., 1995) e a recente e interessante publicação

que apresenta a comparação entre dois modelos de periodização, tradicional e em blocos, aplicados a canoagem velocidade (GARCÍA-PALLARÉS et al., 2010). Entretanto, a distinção da atividade metabólica, característica da prova e biomecânica exigidas dos canoístas modalidades *slalom* e velocidade não permite comparações fidedignas e aplicáveis ao treinamento de atletas que realizam tais provas.

Recentes investigações têm sido publicadas com análises referentes à canoagem *slalom* (ZAMPARO et al., 2006; HUNTER et al., 2007, HUNTER et al., 2008; HUNTER et al., 2009). Entretanto, não existem informações acerca de avaliações fisiológicas em campo específicas para essa modalidade, e descrição de treinamentos controlados adotados nesse esporte.

Nesse sentido, avaliar e monitorar o treinamento na canoagem *slalom*, especificamente com a quantificação de parâmetros aeróbios, anaeróbios e rendimento esportivo de canoístas, parece-nos apresentar grande relevância para o progresso conhecimento e aprimoramento do treinamento e resultados nessa modalidade. Ressalta-se ainda que a utilização de avaliações específicas desenvolvidas para canoístas, como propostas do presente projeto, aumentam a validade ecológica das mensurações durante as semanas de treinamento monitorado



## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo foi propor avaliações fisiológicas específicas à canoagem *slalom*, quantificando e avaliando os efeitos do treinamento monitorado sobre as condições aeróbia, anaeróbia e *performance* desportiva de canoístas de elevado rendimento na modalidade. Especificamente, foram objetivos do estudo:

- Propor avaliações fisiológicas aeróbias e anaeróbias de campo, específicas para atletas da canoagem *slalom* como teste progressivo e determinação da velocidade crítica ( $V_{crit}$ ) e da capacidade de remada anaeróbia (CRA) em lagoa;
- Acompanhar um programa de treinamento elaborado para a canoagem *slalom*, quantificando as cargas de treinamento diária e individualmente, analisar as respostas aeróbias e anaeróbias em testes invasivos e não invasivo executados em diferentes momentos do programa de treinamento.
- Estudar os efeitos de um programa de treinamento em resultados fisiológicos e de *performance*, ambos obtidos em provas simuladas de canoagem *slalom*, ao longo do programa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização da Canoagem *Slalom*

A história da canoagem *slalom* iniciou em 11 de setembro de 1932, na Suíça. A idéia surgiu do esqui com termos como "inverno, neve e esqui *slalom*", adaptada às nomenclaturas "verão, água e canoagem *slalom*". Apesar da origem do *slalom* ter ocorrido em águas paradas, rapidamente a modalidade foi adaptada às corredeiras de rios naturais (CBCa, 2010).

Assim, é possível destacar que a canoagem *slalom* é uma modalidade realizada em um curso de água de diferentes graus de dificuldade, sendo essa designada pela colocação de portas, pela profundidade da água, a magnitude das ondas e por fim, pela velocidade do fluxo de água (SHEPHARD, 1987) tornando, assim, uma modalidade dependente de fatores externos.

Dependendo do curso montado e da classe de embarcação utilizada, a duração de uma prova em competições internacionais é compreendida entre 90 a 120 s (NIBALI et al., 2011), sendo que, em competições o maior objetivo do caiaquista é completar a distância proposta no menor tempo possível (MICHAEL et al., 2009).

Na realização das provas oficiais, o atleta executa duas descidas que são cronometradas para a obtenção do tempo final, no qual são somadas também as penalizações que porventura ocorram durante o trajeto, mensuradas em valores de tempo, unidade segundos. Cada toque na baliza, seja por alguma parte do corpo do atleta, remo ou embarcação resulta em acréscimo de 2 s e, no caso do atleta não efetuar a passagem por dentro da baliza ou realizá-la no sentido contrário (balizas verdes – a favor da correnteza; balizas vermelhas – contra a correnteza), soma-se 50 s em seu tempo final. A mesma forma de penalização se repete para a segunda descida oficial. A somatória do tempo das duas descidas e penalizações (caso ocorram) resulta no tempo que fornecerá a classificação final do atleta na competição (SHEPARD, 1987; ENDICOTT, 1988; CBCa, 2010).

De acordo com as descrições supracitadas, é possível afirmar que essa é uma modalidade na qual a técnica está extremamente presente. Além dos gestos motores específicos que são realizados, para a manutenção da técnica precisa há grande necessidade do desenvolvimento básico de capacidades físicas tais como a força, coordenação, resistência de velocidade, resistência anaeróbia, velocidade de movimentos acíclicos, velocidade de

reação, equilíbrio e flexibilidade (FERREIRA, 2006). Treinamentos direcionados às modificações positivas no sistema cardiovascular são importantes, devido à utilização de elevadas intensidades de exercício (ZAMPARO et al., 2006).

Está bem definido dentre os trabalhos realizados com canoagem velocidade, a necessidade do controle do treinamento (BISHOP, 2004; GARCÍA-PALLARÉS, 2009), treinamento resistido para auxiliar na melhora da velocidade (LIOW, HOPKINS, 2003), mensurações de características fisiológicas (TESCH, 1983, BISHOP et al., 2002; BISHOP et al., 2003) e biomecânicas (MICHAEL et al., 2008). Em 2010, García-Pallarés e colaboradores, publicaram um estudo com canoagem velocidade, testando dois modelos de periodização adaptado a esse esporte, sendo esses a periodização tradicional e periodização em blocos. Os resultados encontrados por esses autores revelaram similar resposta frente ao treinamento por esses dois modelos, porém quando aplicada a periodização em blocos foi possível observar um prolongamento das adaptações fisiológicas.

Particularmente com relação à canoagem *slalom*, há uma nítida carência de estudos científicos, já que essa é uma modalidade Olímpica e que tem apresentado evidência e expressividade em âmbitos nacional e internacional. Maior investimento científico está sendo observado nas análises biomecânicas, como por exemplo, em estudo de Hunter et al. (2007), que objetivou avaliar a confiabilidade dos dados acerca das mensurações de atividades realizadas por atletas em competição, com análise intra-observador e inter-observador. A quantificação da diferença entre grupos de atletas de elite da canoagem *slalom*, com base na classe em que remam e as estratégias utilizadas na competição também foi pesquisada por Hunter et al. (2008). No ano seguinte, os mesmos autores determinaram como o caminho escolhido pelos canoístas de elite influencia no tempo de passagem pelas portas (HUNTER, 2009).

Recentemente nosso grupo de pesquisa iniciou um projeto com intuito de estudar métodos específicos de avaliação para atletas da canoagem *slalom*, bem como os efeitos do treinamento em respostas fisiológicas dos atletas. Em trabalho inicial, foi utilizado o modelo de potência crítica, amplamente aplicado em outros esportes, como proposta de avaliação específica para canoístas *slalom* (MANCHADO-GOBATTO et al., 2009). Em outra ocasião, foi estudado o efeito de oito semanas de treinamento específico na modalidade, mas não monitorado, em parâmetros aeróbio e anaeróbio identificados pelo modelo não exaustivo de velocidade crítica (MANCHADO-GOBATTO et al., 2010), bem como algumas

características fisiológicas e biomecânicas desempenhadas em simulação de prova na canoagem *slalom* (VIEIRA et al., 2010). Por esses estudos prévios, foi possível diagnosticar a existência de efeitos positivos do treinamento específico na velocidade crítica de canoístas, sem modificações significantes na capacidade de trabalho anaeróbios desses atletas. Além disso, observou-se abrupta produção de lactato durante as provas de *slalom*, com os atletas apresentando elevada velocidade de remoção desse metabólito quando submetidos à recuperação passiva após simulação de prova.

## **2.2. Capacidades aeróbia, anaeróbia**

Em decorrência do crescimento e desenvolvimento do ser humano, as capacidades biomotoras (força, resistência, velocidade entre outras) passam por diversas fases, principalmente nos indivíduos submetidos a treinamentos sistematizados (FILIN, 1996). Tais capacidades podem ser divididas considerando tanto fatores energéticos, sendo elas condicionais, quanto sensório-motoras, entendidas como coordenativas. De acordo com Weineck (1991), tal divisão deve ser analisada com arbitrariedade, pois sempre haverá correlação entre ambas, sendo as condicionantes, base para as coordenativas.

As capacidades condicionais são determinadas por fatores energéticos, entendidas como energético-funcionais do rendimento, por se desenvolverem através de ações motoras conscientes do praticante, como força, velocidade e resistência. Já as coordenativas, nomeadas como as responsáveis pela regulação e direção conscientemente dos movimentos com finalidade determinada, desenvolvem-se com base em certas atitudes físicas do atleta, em suas tarefas diárias com o meio em que vive como flexibilidade, coordenação e agilidade entre outras (WEINECK, 1999).

Sendo a canoagem *slalom* uma modalidade altamente dependente da técnica e que apresenta gasto energético elevado, o atleta necessita de um maior desenvolvimento das capacidades condicionais como condição aeróbia, anaeróbia e força, fornecendo a base para as capacidades coordenativas. A associação dessas capacidades permite adaptações significantes refletidas em gestos motores específicos do esporte. Também é possível destacar, com treinamentos gerais e específicos, melhora nos níveis de força, coordenação, resistência de velocidade, resistência anaeróbia, velocidade de movimentos acíclicos,

velocidade de reação, equilíbrio e flexibilidade (FERREIRA, FERNANDES FILHO, 2006), além de melhor desempenho em exercícios em alta intensidade e condicionamento cardiovascular (ZAMPARO et al., 2006).

A potência anaeróbia é entendida como maior esforço realizado durante determinada ação pela menor unidade de tempo disponível (BARBANTI, 1996). Acredita-se que para a canoagem *slalom*, esta é uma das capacidades físicas mais importantes, já que o canoísta realiza ações no menor tempo possível, com mudança de direção e elevada intensidade de esforço. A manutenção destes esforços de alta intensidade está relacionada à capacidade dos sistemas energéticos anaeróbios, alático e láctico (MATSUSHIGUE et al., 2003).

Não menos importante encontra-se a capacidade aeróbia, que para Gomes (2002), auxilia a recuperação das reservas energéticas do organismo para que, da melhor maneira possível, o atleta consiga realizar sequencialmente outra ação com desempenho ótimo. Na canoagem *slalom*, são realizadas duas descidas consecutivas na correnteza, com recuperação entre esses dois esforços. Nesse caso, espera-se que a condição aeróbia seja importante na recuperação dos níveis de metabólitos produzidos de maneira anaeróbia (ex. lactato sanguíneo) durante a competição, sendo também imprescindível para manter a qualidade dos treinamentos gerais e específicos propostos aos canoístas.

Dentro da proposta do presente estudo, no sentido do acompanhamento de programa de treinamento de canoagem e avaliação das condições aeróbia, anaeróbia e de performance, alguns parâmetros mensurados por testes físicos e fisiológicos podem ser fundamentais para a conquista de nossos objetivos. Desse modo, a revisão de literatura segue na tentativa de elucidar alguns parâmetros capazes de quantificar as capacidades enfatizadas, os quais serão utilizados no desenho experimental desse projeto.

## **2.2.1. Métodos de avaliação das capacidades aeróbia e anaeróbia**

### **2.2.1.1. Teste progressivo com mensuração do lactato**

O termo limiar anaeróbio foi inicialmente sugerido por Wasserman e McIlroy (1964), analisado a dinâmica de trocas gasosas em exercício progressivo. Posteriormente, Kinderman et al. (1979), estudando a transição energética entre o sistema aeróbio anaeróbio, observaram

a mudança da predominância entre os metabolismos quando a concentração sanguínea de lactato, mensurada em testes com progressão de cargas, encontrava-se entre 2,0 e 4,0mmol/L, relatando ainda a existência de um limiar aeróbio em concentração próxima a 2,0mmol/L, e de um limiar denominado anaeróbio, em valores em torno de 4,0mmol/L de lactato.

Sjödín e Jacobs (1981) descreveram a concentração equivalente a 4,0mmol/L, como a representativa do exercício aeróbio, denominando a intensidade respectiva a essa concentração de “*onset of blood lactate accumulation*” (OBLA). Posteriormente, Heck et al. (1985), observando o comportamento do lactato em cargas constantes também verificaram que a máxima fase estável de lactato sanguíneo em humanos ocorreu em concentração 4,0mmol/L, com um desvio de  $\pm 1,5$ mmol/L, confirmando a hipótese de Kinderman et al. (1979) e Sjödín e Jacobs (1981).

Diversos estudos com humanos reportam a possibilidade de utilização da intensidade de exercício referente ao limiar anaeróbio, determinado por concentração fixa de lactato, como a zona de transição entre os metabolismos aeróbio e anaeróbio, indicando alta correlação desse valor identificado por lactacidemia aos limiares obtidos por ergoespirometria (HOLLMANN, 1985; JONES, DOUSTY, 1998; GASKILL et al., 2001). No entanto, a concentração de lactato associada à transição entre a predominância aeróbia e anaeróbia apresenta dependência do tipo de exercício, grupos musculares utilizados e duração dos esforços na intensidade de limiar anaeróbio.

A ergômetro-dependência em avaliações de limiar anaeróbio é observada em humanos realizando diferentes exercícios acíclicos, como por exemplo atividade em ciclo ergômetro e ergômetro de braço (BENEKE et al., 2001), natação (PEREIRA et al., 2002), ocorrendo também em ratos, que apresentam diferentes concentrações de estabilização lactacidêmica em exercício de natação e corrida, realizados em intensidade de máxima fase estável de lactato (MANCHADO et al., 2006, CONTARTEZE et al., 2008). Cabe aqui apontar que os modelos experimentais com utilização de animais vêm revelando importantes contribuições para a área da fisiologia do exercício e treinamento desportivo, desde a padronização de métodos de avaliação (GOBATTO et al., 2001; VOLTARELLI et al., 2002, MANCHADO et al., 2005; ARAÚJO et al., 2007; CONTARTEZE et al., 2007), até estudos mais complexos analisando de maneira fisiológica, modelos de periodizações já propostos para atletas humanos (ARAÚJO et al., 2010, ARAUJO et al., 2011).

Diversas são as metodologias empregadas para diagnosticar a condição aeróbia dos avaliados, quer sejam atletas ou não. Alguns métodos são considerados mais confiáveis e fidedignos, porém necessitam de procedimentos invasivos ou de equipamentos caros, como é o caso dos testes progressivos com coleta de sangue para mensuração lactacidêmica e ergoespirometria. Por outro lado, modelos mais simples, porém com respostas altamente correlacionadas com parâmetros fiéis de determinação da condição aeróbia, são relatados na literatura. Dentre esses testes, é possível destacar o modelo de potência crítica, que será abordado a seguir.

### **2.2.1.2. Modelo de Potência Crítica**

Como descrito anteriormente, procedimentos invasivos para a análise das variáveis fisiológicas permitem a obtenção de resultados precisos que fornecem subsídios para identificação do metabolismo predominante durante o esforço. Por outro lado, há evidências de que é possível determinar a transição de utilização do metabolismo aeróbio para anaeróbio simplesmente através da relação entre intensidade de esforço e sua duração até a exaustão, que se manifesta através de uma função hiperbólica (MONOD, SCHERRER, 1965).

O ajuste da função hiperbólica 'intensidade vs. tempo de exaustão', a dados experimentais, revelou a existência de uma assíntota, denominada potência crítica ( $P_{crit}$ ), que corresponde, teoricamente, à mais alta intensidade em que o exercício pode ser realizado sem exaustão, portanto representando uma índice para capacidade aeróbia. Acima dessa potência, há a utilização de um estoque limitado de energia anaeróbia para atender as necessidades adicionais do esforço. Segundo o modelo de potência crítica, o esgotamento desse estoque, denominado capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), conduz o executante à exaustão (BISHOP et al., 1998). Dessa forma, o modelo mencionado apresenta a vantagem de determinar, por método matemático, tanto a capacidade aeróbia ( $P_{crit}$ ), quanto o estoque de energia anaeróbia (CTA) do avaliado. Segundo Hill et al. (2002) e Gaesser e Poole (1996), a potência crítica também caracteriza a intensidade de transição entre os metabolismos.

Para determinação da  $P_{crit}$  e CTA, é utilizado um método simples e não invasivo, sendo apenas necessárias a utilização de um cronômetro e um ergômetro. O protocolo consiste na realização de esforços máximos executados em ergômetro, nos quais são

verificados os tempos de exercício limite (t<sub>lim</sub>) em cada intensidade. Controvérsias quanto ao número de esforços ideal são encontradas na literatura. Segundo Hill (1993) e Bishop et al. (1998) três cargas exaustivas distintas são suficientes para essa determinação, desde que o tempo limite de exercício encontre-se entre 1 e 10 minutos.

Com os registros dos tempos de exaustão para cada uma das intensidades, são construídos gráficos, que dependem do modelo matemático a ser utilizado e permitem, por equação de hipérbole ou reta de regressão, a obtenção de resultados para Pcrit e CTA

É permitida a adaptação do modelo hiperbólico inicial sugerido por Monod e Scherrer (1965), linearizando a hipérbole por três equações, com as quais há maior facilidade para análise matemática dos dados obtidos (modelo ‘trabalho vs tempo limite’; modelo ‘potência vs 1/tempo limite’ e modelo ‘distância vs tempo’).

Em humanos, o parâmetro aeróbio do modelo de potência crítica parece ser válido devido às elevadas correlações observadas entre a Pcrit e intensidades determinadas por procedimentos invasivos, tais como o limiar anaeróbio obtido por concentração fixa de lactato sanguíneo (KOKUBUN et al., 1996; MANCHADO, 2004), limiar anaeróbio individual (JENKINS, QUIGLEY, 1991; McLELLAN e CHEUNG, 1992; WAKAYOSHI et al., 1992). Porém, a Pcrit parece superestimar a máxima fase estável das variáveis fisiológicas, inclusive do lactato sanguíneo (PRINGLE, JONES, 2002).

Diferente da Pcrit, que já é bem consolidada como parâmetro aeróbio, o significado fisiológico da capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) ainda está sendo alvo de inúmeras pesquisas. Isso devido a dificuldade em estimar o acúmulo total ou degradação dos metabólitos associados com a ressíntese de adenosina trifosfato (ATP) para a musculatura ativa, o que pode ser melhor entendido com estudos em animais de laboratório. Mesmo com essa dificuldade, a CTA parece ser moderadamente correlacionada com indicadores anaeróbios tais como o déficit de oxigênio proposto por MADBO (HILL, SMITH, 1994).

Os conceitos do modelo de potência crítica podem ser estendidos a diversas modalidades esportivas com a utilização de gestos motores e atividades específicas da modalidade, com é o caso da natação (PAPOTI et al., 2005, PAPOTI et al., 2010), tênis de mesa (ZAGATTO et al., 2008), futebol (SILVA et al., 2005), dentre outros. No atletismo, muitos são os estudos que utilizaram o modelo de Pcrit para avaliar corredores, empregando a função matemática linear distância vs. tempo. Nessa regressão, é possível determinar a



velocidade crítica (VCrit) pela inclinação da reta de regressão, e a capacidade de corrida anaeróbia (CCA), pelo y-intercepto da regressão (D'ANGELO, 2008).

Na canoagem, há possibilidade de utilização do modelo de Pcrit, mensurando a Vcrit e CRA. Esse método de avaliação foi utilizado para o diagnóstico das condições aeróbia e anaeróbia de canoístas modalidade velocidade (MELO et al., 2002; NAKAMURA et al., 2008) e recentemente, empregado para avaliar atletas de uma equipe modalidade *slalom*, realizando testes em lagoa (MANCHADO-GOBATTO et al., 2009).

### **2.3. Monitoramento e controle de treinamento**

O principal objetivo do treinamento desportivo é otimizar o desempenho dos desportistas com a intenção de alcançar maiores ganhos de *performance*, especialmente em competições (BORRESEN, LAMBERT, 2009), sendo esses ganhos resultantes da prescrição de uma carga ótima de treinamento, permitindo adaptação antes da competição (LEITE, 2007).

Sendo assim, o monitoramento fisiológico é apontado como uma ferramenta objetiva e importante no controle das adaptações geradas pelo treinamento, assim como para a adequada da preparação física, devem ser efetuadas avaliações objetivas das distintas capacidades físicas relacionadas à modalidade esportiva, possibilitando o entendimento dos sistemas funcionais do organismo (PLATONOV, BULATOVA, 2001).

Outra forma interessante de compreensão acerca das repostas fisiológicas é o monitoramento das cargas de treinamento. Por meio desse processo, acompanha-se de forma precisa os ganhos de desempenho em repostas às cargas de treinamento aplicadas. Relacionando o monitoramento das cargas aos resultados obtidos por testes físicos e desempenho, há a possibilidade de melhor compreensão do treinamento e, conseqüentemente, propostas de intervenção passíveis de resultarem no aumento do desempenho competitivo.

As cargas aplicadas nas sessões de treino formam a base de apoio a evolução do desempenho do atleta. Dessa forma, o treinamento otimizado primeiro deve quantificar o que o atleta está executando, comparando se a partir do treinamento prescrito, o há adaptações favoráveis aos determinados níveis de esforço. Posteriormente, são executados ajustes na

tentativa de otimizar performance, atingindo então, o objetivo específico pretendido por tempo determinado (BORRESEN, LAMBERT, 2009).

A carga de treinamento, parâmetro de suma importância para o treinamento, é caracterizada pela relação do volume e intensidade das sessões. Nesse sentido, a compreensão desses termos e sua aplicabilidade, é fundamental quando objetiva-se monitorar programas de treinamento.

Para Zakharov, Gomes (2003) o volume é caracterizado, geralmente, com base nos indícios externos do exercício, ou seja, duração da execução do exercício, número de repetições, quilometragem total, etc. Com relação do volume no ciclo de preparação, considera-se esse índice como quantidades de dias de treinamento, sessões treinamento, dentre outros.

No que tange a intensidade de treinamento, vem sendo consolidado na literatura que o treinamento em alta intensidade para desportos coletivos, como futebol, basquetebol, voleibol, rugby, é componente crucial da *performance* competitiva (MOHR et al., 2003; DUPONT et al., 2004; RAMPININI et al., 2007; DiSALVO et al., 2009; IAIA et al., 2010). Para os desportos individuais, esse fato parece não ocorrer de modo diferente. A intensidade parece ser o maior fator de influencia na magnitude de treinamento, induzindo maiores adaptações físicas e de rendimento no exercício (MUJIKKA, 2010). A quantificação da intensidade do esforço, primordialmente é efetuada por mensuração de respostas fisiológicas, sendo também possível a quantificação por parâmetros físicos e percebidos (ex: velocidade de execução de movimento, razão esforço:pausa).

Nesse sentido, a intensidade da sessão de treinamento pode ser avaliada pela percepção subjetiva de esforço (PSE) que, em conjunto com o volume do treino em minutos, fornece a quantificação da carga de treinamento individualizada (LEITE, 2007).

Devido à elevada aplicabilidade e correlação com variáveis fisiológicas, a PSE vem se tornando uma ferramenta importante para quantificação do treinamento e auxiliando, de forma direta, a construção de uma periodização bem controlada (BORIN et al., 2010).

O participante é questionado a avaliar a intensidade global da sessão completa de treinamento. Quando esse *score* de intensidade é multiplicado pela duração da sessão de treino, encontra-se carga de treinamento em unidades arbitrárias (FOSTER, 1998). Para Foster et al. (2001), esse método simples pode ser apontado com uma técnica útil para quantificar a carga de treinamento em vasta variedade de aplicações atléticas. Além disso,

esse método pode fornecer mecanismo para quantificar o componente da intensidade do exercício e permitir o cálculo de um número único representativo da intensidade e volume das sessões de treinamento.

Então, o monitoramento do treinamento realizado com o objetivo específico de avaliar o comportamento das respostas dos atletas, das cargas aplicadas e do efeito da carga durante um período de treinamento, proporciona um entendimento do processo de adaptação ao treino.

Dessa forma, a utilização de metodologias específicas e direcionadas ao desporto analisado, apresentarão informações significantes com o intuito de direcionar a aplicabilidade do treinamento.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Participantes**

Participaram do estudo seis atletas pertencentes à categoria principal de uma equipe filiada à Confederação Brasileira de Canoagem. Os participantes foram previamente avaliados quanto às condições físicas iniciais, para posteriormente serem submetidos ao programa de treinamento monitorado e avaliações, como descrito a seguir. Todos os avaliados assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual constou a descrição das atividades a que foram submetidos, bem como informações claras sobre a possibilidade de abandonar o estudo no momento que julgarem necessário. Todos os procedimentos experimentais foram previamente submetidos à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba, sendo aprovados sob o protocolo 05/10.

#### **3.2. Local**

Os treinos e as avaliações foram realizadas na Lagoa de Piracicaba (Figura 1) e no Rio de Piracicaba (Figura 2) mesmos locais onde os avaliados realizaram treinamento específico para a modalidade, com frequência de 5 dias/semanas e volume diário médio próximo a 2 horas.



**Figura 1:** Lagoa onde foram efetuados os testes para determinação de  $V_{crit}$  e CRA, bem como algumas sessões de treinamento

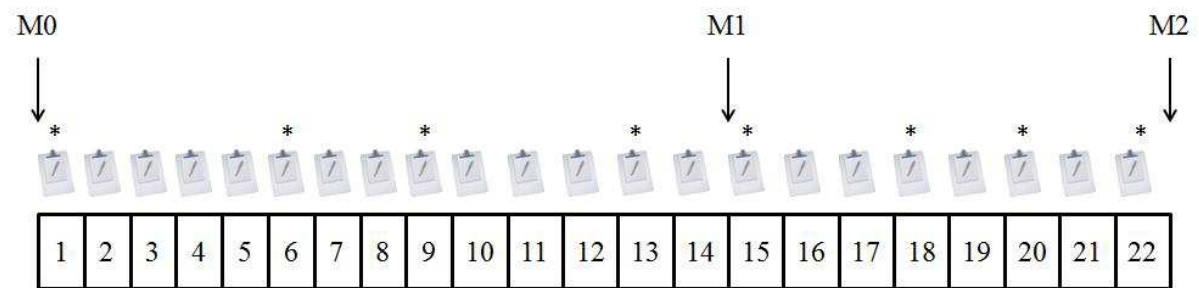


**Figura 2:** Local em que foram efetuadas as sessões específicas de treinamento em canoagem *slalom* e as provas simuladas dessa modalidade.

### 3.3. Desenho Experimental

#### 3.3.1. Métodos de avaliação das condições aeróbia, anaeróbia, rendimento, intensidade e carga de treinamento.

Todos os testes abaixo descritos foram realizados ao longo de vinte e duas semanas de treinamento monitorado, nos momentos inicial (M0), após quatorze semanas (M1), após vinte e duas semanas do início do programa de treinamento (M2).



Monitoramento da carga de treinamento ao final de cada sessão.

M0 Momento inicial das avaliações.

M1 Após 14 semanas de treinamento.

M2 Após 22 semanas de treinamento.

\* Provas oficiais.

**Figura 3:** Semanas de treinamento, total de dias treinados, provas oficiais e momento das avaliações.

#### 3.3.1.1. Determinação da $V_{crit}$ e CRA em lagoa

Para obtenção da  $V_{crit}$  e CRA, os atletas foram submetidos a quatro execuções máximas de remada nas distâncias equivalentes a 150, 300, 400, 600m, em uma lagoa na qual habitualmente realizam sessões de treinamento. Os testes máximos foram efetuados em dois dias, de maneira aleatória, com intervalo mínimo de 1 hora entre cada esforço. Foram registrados os tempos obtidos para cada uma das distâncias solicitadas.

Para determinação das condições aeróbia ( $V_{crit}$ ) e anaeróbia (CRA), foi plotado um gráfico individual contendo os valores de distância no eixo das ordenadas e tempo, no eixo das abscissas. O modelo matemático adotado para o ajuste dos dados foi o linear ‘distância vs Tempo’, no qual a  $V_{crit}$  e a CRA equivalem, respectivamente, aos coeficientes angular e linear da regressão. Os resultados de  $R^2$  para as regressões foram considerados para verificar a exequibilidade do procedimento matemático adotado.

### **3.3.1.2. Teste progressivo com coleta de sangue para análise do lactato sanguíneo**

O Lan foi determinado por teste progressivo caracterizado por exercícios de remada em percurso vai-vem (distância equivalente a 50m), com estágios compostos por 3 min de duração, realizado até a exaustão voluntária dos atletas. As velocidades adotadas nesse protocolo foram 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 e 9,5Km/h, com coletas de sangue efetuadas ao final de cada estágio. A partir dos dados encontrados na  $V_{crit}$  foi possível determinar duas velocidades abaixo da velocidade crítica, ou seja, de remoção de lactato, para posteriormente aplicar velocidades superiores até a exaustão.

As velocidades do teste incremental foram controladas por sinais sonoros disparados pelo avaliador e demarcações realizadas por cones.

A lactacidemia foi posteriormente analisada a partir dos valores de lactato sanguíneo, por inflexão e bissegmentação da curva lactacidêmica.

Os procedimentos matemáticos para determinação do LAn por concentração fixa de lactato são caracterizados pela elaboração de um gráfico, contendo no eixo x, valores de intensidade do exercício e, no eixo y, resultados de concentração de lactato sanguíneo após a execução dessas intensidades. Um ajuste exponencial de 2ª. Ordem é adotado para a obtenção da intensidade correspondente às concentrações fixas de lactato em 3,5 e 4,0mmol/L, equivalentes ao LAn por concentração fixa de lactato.

Foi plotado um gráfico para determinação do LAn por inflexão da curva de lactato. A análise foi efetuada inicialmente por inspeção visual desse ponto, interpretado como o momento em que a curva de lactato apresenta mudança do comportamento em seu crescimento. Essa análise visual foi executada por dois pesquisadores experientes nesse processo. A partir do ponto de inflexão, foram ajustadas duas distintas retas de regressão e o ponto de intersecção entre essas duas retas foi interpretado como a intensidade de limiar anaeróbio (LAn) obtido por método de bissegmentação das retas de regressão.

### 3.3.1.3. Simulação de prova

Simular uma competição inclui comparação de desempenhos de acordo com as exigências do regulamento específico da modalidade desportiva e propicia aos atletas terem de lidar de forma direta com a presença de adversários e buscar a motivação necessária para conquistar a vitória.

Nesse sentido simular uma prova tem como objetivos: i) adaptação à estrutura específica de solicitação da competição e coleta de experiências de competição; ii) aprendizado da utilização racional da capacidade de desempenho e da condução tática da competição; e iii) formação de propriedades da vontade e competência de decisão na condução da competição (MARTIN et al., 2008).

Conseqüentemente, a simulação auxilia como procedimentos diagnósticos mais afirmativos do desempenho e dos métodos de controle, observando com precisão o nível de momento a momento.

Durante o programa de treinamento monitorado, algumas provas simuladas foram executadas a fim de auxiliar no controle do desempenho do atleta e analisar a evolução do rendimento específico na modalidade. Essas simulações ocorreram em mesmas semanas nas quais, de acordo com a comissão técnica da equipe, seriam efetuadas alterações nas etapas do treinamento desportivo.

Em cada simulação de prova, atletas foram submetidos à realização de descidas em rio, remando a favor e contra a corrente, de acordo com a pista imposta.

Para tentar manter a simulação de prova mais fidedigna com a competição, foi mantida a mesma seqüência de atletas que é efetuada nas provas oficiais. Fatores extrínsecos assim como variáveis naturais que poderiam interferir nas análises das simulações em diferentes fases sazonais foram registrados, dentre eles a temperatura ambiente, temperatura da água e vazão do rio (dados coletados pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto – SEMAE, da cidade de Piracicaba e disponibilizados para a pesquisa), na tentativa de averiguação de possíveis interferências desses parâmetros nos momentos distintos de avaliação.

Para caracterização da simulação de prova, foram utilizados parâmetros fisiológicos, biomecânicos e de *performance*. Especificamente, foram observados os tempos de prova, frequência cardíaca, distância percorrida em cada pista, velocidade média de prova, concentrações de lactato sanguíneo de repouso e após prova e gestos motores efetuado.



Os valores de tempo de prova e gestos motores executados, foram registrados com a utilização de um cronometro (Cássio, modelo HS-30W-N1V) e as filmagens com câmera digital JVC, posicionada na lateral do rio, aproximadamente no trecho médio do trajeto.

Para quantificar a distância percorrida e a trajetória realizada durante a simulação de prova por cada atleta foi utilizado um sistema global de posicionamento (GPS) da marca Polar (Figura 4). A partir dos dados obtidos de tempo de prova e distancia percorrida foi possível determinar a velocidade média de cada simulação.

Para o registro da frequência cardíaca e distância percorrida durante a simulação de prova e recuperação, foi utilizado um cárdio-frequêncímetro da marca Polar, modelo RS800, com os dados sendo armazenados a cada 5 segundos (Figura 4). Os registros foram transferidos para um microcomputador com a utilização de uma interface da marca polar.



**Figura 4:** Cardiófrequencímetro e equipamento GPS utilizados para aquisição de dados durante as simulações de prova de canoagem *slalom*.

Após análise de vídeo, foram quantificados vários eventos específicos da canoagem *slalom*, sendo eles, tempo total de descida (esse caracterizado apenas pelo tempo de descida) (HUNTER, COCHRANE, SACHLIKIDIS, 2007), número total de remadas, tempo final das descidas (soma entre o tempo de descida e os tempos das faltas) e remadas realizadas contra e a favor da corrente.

Amostras sanguíneas foram coletadas do lóbulo da orelha (conforme descrição detalhada no próximo subitem), nos tempos equivalentes ao repouso e após 1, 3, 5, 7 e 9min

de recuperação em cada simulação de prova. Com os dados lactacidêmicos foi possível identificar o valor do lactato pico, bem como o momento de ocorrência desse evento.

De acordo com Hunter et al. (2008), análise da simulação de prova pode ser utilizada para aquisição de informações acerca do rendimento do atleta, fornecendo um feedback instantâneo do desempenho, além de fornecer informações individuais e do grupo.

#### **3.3.1.4. Avaliação da intensidade e carga psicológica de treinamento diário**

Para quantificação da carga de treinamento ao final de cada sessão de treino foi apresentada aos atletas a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) anotado o tempo total de treino.

Posteriormente calculou-se a carga média semanal em conjunto com seu desvio padrão, a partir desses dados foi possível calcular a monotonia semanal, e ao final utilizando os dados de monotonia juntamente com a carga semanal total foi calculou-se o *strain*.

As fórmulas usadas para calcular carga diária, carga semanal total, carga semanal média, monotonia e *strain* foram:

Carga diária = PSE x duração da sessão diária;

Carga semanal total =  $\Sigma$  Carga diária;

Carga semanal média =  $\Sigma$  carga diária /  $\Sigma$  dias de treinamento;

Monotonia = carga semanal média / desvio padrão das cargas diárias;

*Strain* = Monotonia x carga semanal total.

### **3.4. Análise de Dados**

#### **3.4.1. Extração de sangue e análise do lactato sanguíneo**

Durante os procedimentos invasivos, como anteriormente descritos, ocorreu uma pequena perfuração para coletas de sangue do lóbulo da orelha dos avaliados com a utilização de lancetas descartáveis e materiais para assepsia garantindo a total segurança do avaliador e

avaliado, a partir da qual todas as coletas de sangue foram efetuadas. O lóbulo da orelha é selecionado devido à sua reduzida sensibilidade à dor. Foram extraídos 25 $\mu$ L de sangue com a utilização de capilares heparinizados e calibrados, sendo as amostras posteriormente depositadas em tubos *Eppendorf* contendo 400  $\mu$ L de TCA 4%, objetivando desproteinização do sangue. Cabe ressaltar que esse volume extraído de sangue é extremamente pequeno (aproximadamente uma gota), não acarretando alterações sistêmicas ao avaliado.

Para análise das concentrações sanguíneas de lactato por método enzimático, as amostras, previamente armazenadas a temperatura equivalente a -30 °C, foram agitadas em agitador magnético e centrifugadas. Foi extraída uma alíquota de 100 $\mu$ L de sobrenadante, depositada em tubo de ensaio, e adicionada à quantidade equivalente a 500 $\mu$ L de reagente: Glicina/EDTA, hidrato de hidrazina 88% (pH=8.85), lactato desidrogenase (LDH), Beta Adenina Nicotinamida ( $\beta$ - NAD). O homogenado foi novamente agitado e logo após, incubado por 20 minutos em banho à 37°C. A leitura da amostra foi efetuada em espectrofotômetro, em onda de 340nm.



**Figura 5:** Extração de sangue do lóbulo da orelha de um atleta, antes da simulação de prova e tubos de centrifuga utilizados para armazenar o sangue.

### 3.4.2. Análise Estatística

A análise dos resultados obtidos foi procedida com o auxílio dos pacotes estatísticos “*STATISTICA*”, versão 7.0 e “*ORIGIN*”, versão 7.0, conforme os objetivos do estudo.

Inicialmente foram aplicados testes de normalidade (Shapiro Wilks) para identificar a característica dos dados. No caso de apresentarem respostas normais e homogêneas, foram adotados os métodos preconizados pela Estatística Paramétrica. Caso isso não ocorresse, o caminho foi à aplicação de análises pertencentes à estatística não-paramétrica.

Em caso de dados normais e homogêneos, foram efetuadas comparações entre as avaliações realizadas nos momentos: M1, M2 e M3.

A comparação do volume, intensidade e carga de treinamento entre os períodos, foi procedida por uma Anova One Way, tendo como parâmetro independente os períodos da periodização e dependentes, o volume, intensidade e carga de treinamento. Foi utilizado teste Post-hoc Newmann Keuls para detecção das diferenças, quando necessário.

Por mesmos métodos, foi analisada a evolução de parâmetros aeróbios ( $V_{crit}$  e  $Lan$ ), anaeróbios (CRA, e velocidade média em distâncias curtas), bem como os dados fornecidos a partir das simulações de provas de canoagem e competições oficiais.

O teste de Correlação de Pearson foi empregado para verificar possíveis correlações significantes entre resultados observados para capacidades físicas e valores obtidos em simulações de prova. Tal procedimento foi executado em M1, M2 e M3.

Caso os dados não fossem normais, foram aplicados testes correspondentes para estatística não paramétrica.

Em todos os casos, o nível de significância foi pré-fixado em 5%.

## 5. RESULTADOS

Os resultados da presente dissertação serão apresentados no formato de artigos científicos em processo de submissão ou já submetidos à publicação.

**Artigo 1:** Caracterização e reprodutibilidade de provas simuladas em canoagem *slalom*: análises fisiológicas, técnicas e de performance

**Artigo 2:** Limiar anaeróbio e parâmetros do modelo de velocidade crítica em testes específicos para a canoagem *slalom*, antes e após treinamento monitorado.

**Artigo 3:** Respostas fisiológicas, técnicas e de performance em 22 duas semanas de treinamento com cargas monitoradas na canoagem *slalom*.

**ARTIGO 1**

**CARACTERIZAÇÃO E REPRODUTIBILIDADE DE PROVAS SIMULADAS EM  
CANOAGEM *SLALOM*: ANÁLISES FISIOLÓGICAS, TÉCNICAS E DE  
*PERFORMANCE***

Esse artigo foi submetido ao “*European Journal of Sport Science*”.

## Resumo

Provas simuladas são amplamente utilizadas no treinamento, na tentativa de possibilitar experiência atlética na modalidade. Dessa forma, os objetivos do presente estudo foram caracterizar e testar a reprodutibilidade entre simulações de prova de canoagem *slalom*, realizadas em dois dias distintos, analisando respostas fisiológicas, técnicas e de *performance*. Para isso, seis canoístas modalidade K1 (caique individual masculino,  $17 \pm 2$  anos) foram submetidos a duas provas simuladas, com intervalo de 72 horas. Em cada uma das simulações, os atletas contornaram oito portas a favor e quatro portas contra a corrente. Em cada simulação, foram registrados o tempo de execução da tarefa ( $t$ ), a distância percorrida ( $D$ ) com auxílio de um GPS, velocidade média de prova ( $V_m$ ); captura de imagem por câmera digital de alta resolução para posterior análise do número de remadas totais ( $R_t$ ), remadas a favor ( $R_{fc}$ ) e remadas contra corrente ( $R_{cc}$ ) ciclo de remadas ( $Cr$ ) e remadas cruzadas ( $R_{cr}$ ). A frequência cardíaca ( $FC$ ) durante as simulações foi monitorada por um cardiofrequencímetro (Polar RS800x), com dados armazenados a cada 5s e, para determinação da concentração sanguínea de lactato ( $[Lac]$ ) foram extraídas amostras de sangue com os atletas em repouso e nos minutos 1,3,5,7 e 9 após as provas. Foram testadas a normalidade e homogeneidade dos dados (Shapiro Wilk e Levene), as diferenças entre os parâmetros técnicos, fisiológicos e de *performance* entre as duas provas simuladas (Teste t-Student pareado) e as correlações entre parâmetros obtidos na 1<sup>a</sup>. e 2<sup>a</sup>. simulação (Correlação de Pearson) ( $p \leq 0,05$ ). Em ambas as simulações, as condições climáticas e do rio apresentaram similaridade. Não foram observadas diferenças entre a primeira e segunda simulação ( $t = 104,48 \pm 3,60s$  e  $103,29 \pm 3,65s$ ,  $D = 208,25 \pm 11,19m$  e  $216,00 \pm 4,75m$ ,  $V_m = 7,29 \pm 0,54km/h$  e  $7,57 \pm 0,29km/h$   $R_t = 135 \pm 3$  e  $139 \pm 6$ , para 1<sup>a</sup>. e 2<sup>a</sup>. prova simulada, respectivamente). Valores elevados de  $FC$  e  $[Lac]$  apresentaram valores similares entre os dois dias de prova. Cabe destacar que as variáveis lactacidêmicas e de  $FC$  que apontam uma alta intensidade nas provas simuladas propostas. Outro indicador importante foi o alto índice de correlação encontrado entre o tempo de descida ( $r = 0,71$ ), distância percorrida ( $r = 0,77$ ), velocidade média ( $r = 0,80$ ) e número total de remadas ( $r = 0,79$ ). Além disso, os valores de lactato nos minutos 3, 5, 7 e 9 também expressaram altas correlações ( $r = 0,88$ ,  $r = 0,90$ ,  $r = 0,95$  e  $0,90$ , respectivamente), o que pode ser um indicativo de que o modelo simulação adotado parece ser exequível e de grande valia para avaliações na canoagem *slalom*.

**Palavras-chave:** Caracterização de provas simuladas, reprodutibilidade, Canoagem *Slalom*

## Abstract

Simulating competition allows the assessment of performance in accordance with the specific regulations of the sport and provides direct contact with competitors, encouraging athletes to develop the necessary motivation to achieve victory. So, the aims of this study were to characterise and test the reproducibility of slalom kayak race simulations performed on two different days, analysing the physiological, technical and performance responses characteristic of the sport. Thereunto, six high-performance male slalom kayak K1 athletes (age (mean $\pm$ s<sub>x</sub>): 17 $\pm$ 2 years) underwent two race simulations with an interval of 72 hours between them. The artificial course was assembled on both days and Eight of the gates were aligned such that the kayak would pass through with the current while the other four were aligned such that the kayak would pass through against the current. Each simulation was recorded and analysed the runtime (t), distance travelled (d), mean velocity (mV); images were captured by the digital camera (JVC) and determined quantitative variables as total number of paddles (tnp), paddling with the current (pwc), paddling against the current (pac), cycle of paddling (cyo) and cross paddling (cp). Heart monitors (Polar, RS800x model) were used to record heart rate during race simulations and recovery; data were stored every 5 s and, to determine the blood lactate concentration ([lac]), blood samples were collected from the earlobe at rest and after 1, 3, 5, 7 and 9 min of race simulation (recovery). Tests of normality (Shapiro Wilk) and variance (Levene) were applied, The physiological, technical and performance parameters were compared using paired t-tests, with the aim to identify possible significant differences between the two race simulations. To analyse the correlations between variables, Pearson tests were adopted. In all cases, the level of significance was pre-fixed at 5%. In both simulations, climatic and river conditions were similar. Differences between the first and second simulations could not be noticed (t= 104,48 $\pm$ 3,60s and 103,29 $\pm$ 3,65s, d=208.25 $\pm$ 11.19m and 216.00 $\pm$ 4.75m, mV=7.29 $\pm$ 0.54kph and 7,57 $\pm$ 0.29kph, tnp= 135 $\pm$ 3 and 139 $\pm$ 6, for the first and second simulations, respectively). Elevated figures of HR and [Lac] presented similar results for the two days of tests. It is worth pointing out that lactacidemia and HR variables indicate a high intensity in the simulated tests proposed. Another important indicator was the high correlation rate found between the run time (r=0.71), distance travelled (r=0.77), average speed (r=0.80) and total number of paddling (r=0.79). On top of that, lactate levels on minutes 3, 5, 7 and 9 also pointed towards strong correlations (r=0.88, r=0.90, r=0.95 and r=0.90 respectively), which may indicate that the adopted simulation model seems to be practicable and of great value to slalom kayak evaluations.

**Key Words:** Simulated race characterization, reproducibility, slalom kayak.



## Introdução

Dentre os diversos esportes que utilizam embarcações e são executados em ambiente aquático, é possível destacar a canoagem *slalom*, uma modalidade realizada em curso de água com diferentes graus de dificuldade, designada tanto por trajetos delineados por “portas” (balizas), quanto por fatores extrínsecos e naturais, tais como profundidade da água, a magnitude das ondas, presença de percalços naturais e, por fim, pela velocidade do fluxo de água (SHEPHARD, 1987) .

De acordo com o percurso estruturado e a classe de embarcação utilizada, a duração de uma prova em competições oficiais de *slalom* varia entre 90 a 120 segundos (NIBALI et al., 2011), sendo o maior objetivo do caiaquista completar a distância proposta no menor tempo possível, sem a execução de faltas (MICHAEL et al., 2009).

Nesse sentido, a realização correta e veloz do percurso converge de uma série de movimentos técnicos executados em elevada velocidade e com mudanças de direção, o que, obrigatoriamente, está atrelado ao bom desenvolvimento das capacidades biomotoras básicas, tais como resistências aeróbia e anaeróbia, força, coordenação, e velocidade, suportando as ações necessárias para a prova (ZAMPARO et al., 2005).

Para a compreensão e entendimento das particularidades de cada modalidade esportiva, é imprescindível a caracterização do momento competitivo, analisando aspectos qualitativos e quantitativos, representados por elementos físicos, técnicos, táticos e fisiológicos, possibilitando assim, intervenções mais específicas ao longo do processo de treinamento (MATVEEV, 1997).

Simular uma competição inclui comparação de desempenhos de acordo com as exigências do regulamento específico da modalidade desportiva e propicia aos atletas, o contato de forma direta com a presença de adversários, buscando a motivação necessária para conquistar a vitória. Em simulações de provas, são utilizados diversos meios, como a filmagem (DAVIES, 2003; HUNTER ET AL., 2007; HUNTER et al., 2008; CARLING, 2008) e o monitoramento de variáveis fisiológicas (HILL-HAAS et al., 2009 ;VIEIRA et al., 2010a; GRAY, JENKINS, 2010; VIEIRA et al., 2011b), na tentativa de prever as condições físicas e psicológicas no exato momento da competição.

Em eventos desportivos não televisionados, como é o caso da canoagem *slalom*, esse recurso é ainda mais expressivo, fornecendo informações quantitativas e qualitativas para técnicos e atletas (HUGHES, BARTLETT, 2002; HUNTER et al., 2007; HUNTER et al.,

2008) e ainda oferecendo, de forma não-invasiva, um método de análise da *performance* durante a competição (BLOOMFIELD et al., 2005).

As análises quantitativas válidas e reprodutivas devem complementar julgamentos subjetivos relacionados à *performance* (SCHOKMAN, 2002). Especificamente a reprodutibilidade refere-se à estabilidade da medida quando um protocolo de teste é executado repetidamente (HOPKINS et al., 2001). Esse conhecimento é importante já que, a ausência desse fator, pode direcionar os dados da avaliação à aplicações inadequadas, por desconsiderar as diferenças entre indivíduos e / ou alterações observadas, devido aos elevados níveis de erros de medição.

Tendo em vista que provas simuladas são muito utilizadas em canoagem *slalom*, apesar da modalidade apresentar interveniências extrínsecas e naturais, e ainda que há escassez de estudos buscando a compreensão acerca da caracterização desse esporte e reprodutibilidade do recurso de simulação, o presente estudo foi elaborado.

Desse modo, os objetivos que permearam a presente investigação foram caracterizar e testar a reprodutibilidade entre simulações de prova de canoagem *slalom*, realizadas em dois dias distintos, analisando respostas fisiológicas, técnicas e de *performance* na modalidade.

## **Métodos**

Seis atletas de elevado rendimento na canoagem *slalom*, pertencentes à modalidade K1 (caique individual masculino, idade  $17\pm 2$  anos, peso  $68\pm 5$ kg e  $175\pm 6$ cm) foram submetidos a duas provas simuladas, com intervalo de 72 horas entre elas. Os atletas participavam regularmente de competições em nível nacional e internacional, sendo cinco classificados entre as oito primeiras colocações no ranking Nacional, segundo a Confederação Brasileira de Canoagem, no período em que o estudo foi realizado.

Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos, exigências, riscos e benefícios antes de assinarem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O procedimento experimental foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição em que o estudo foi desenvolvido.

## **Desenho Experimental**

Foram executadas as simulações de prova em dois dias distintos, em ambiente habitual de treinamento e competição dos atletas. O percurso artificialmente montado em ambos os

dias, foi composto por doze “portas”, caracterizadas por duas hastes delimitando espaço mínimo de 1,2 m e máximo de 4,0 m, das quais oito previam passagem do caiaque a favor da corrente e quatro, deveriam ser transpostas com o caiaque efetuando movimento contra a corrente (caiaque com a proa apontada na direção da nascente do rio).

Houve um intervalo de setenta e duas horas entre as duas provas simuladas, com condições climáticas semelhantes em ambos os momentos. Em ambas as ocasiões, a vazão do rio encontrava-se em  $65,74 \text{ m}^3/\text{s}$ , temperatura do ar entre  $23,4^\circ\text{C}$  e  $24,4^\circ\text{C}$  e a temperatura da água mantida em  $16^\circ\pm 1\text{C}$ . Essas informações foram concedidas pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto – SEMAE, da cidade de Piracicaba.

Conforme detalhado posteriormente, em cada prova simulada foram registrados e analisados parâmetros referentes à *performance* (tempo de prova, distância percorrida e velocidade média), aos gestos técnicos (quantitativos) executados pelos canoístas (número total de remadas, remadas a favor e remadas contra corrente) e às respostas fisiológicas, adotadas como o comportamento frequência cardíaca ao longo da prova (FC) e a lactacidemia antes e após os percursos ([Lac]).

### **Resultados de *Performance*: tempo de execução, distância percorrida e velocidade média de prova**

O tempo necessário utilizado para completar cada distância exigida, é usado como critério definitivo de *performance* na canoagem *slalom* (MICHAEL, et al., 2009).

Sendo essa uma variável determinante, nos dois dias de simulação houve a determinação do tempo de execução (t) utilizando um cronômetro Cássio HS-30W-N1V e para análise técnica uma câmera digital JVC, posicionada na lateral do rio, aproximadamente no trecho médio do trajeto possibilitando visualização total do percurso. Os equipamentos foram acionados após movimentação dos atletas em direção do percurso e finalizados, após passagem dos mesmos pela última porta definida previamente.

Um sistema global de posicionamento (GPS) da marca Polar (modelo G3) foi utilizado para quantificar a distância percorrida por cada atleta, bem como a trajetória realizada durante as provas simuladas.

A partir dos dados de distância (D) obtidos pelo GPS e o tempo de prova (t), foi possível estimar a velocidade média ( $V_m$ ) obtida para cada um dos dois percursos.

### **Execuções técnicas**

Após captura das imagens individuais por câmera digital JVC, dois avaliadores analisaram os vídeos utilizando recursos audiovisuais, efetuando a contagem de algumas variáveis quantitativas significantes para provas de canoagem *slalom*. As variáveis analisadas foram o número total de remadas (Rt), interpretado como cada ciclo de entrada e saída do remo da água; remadas a favor da corrente (Rfc), quando essas aconteciam acompanhando o fluxo do rio; remadas contra a corrente (Rcc), definidas pela posição da proa do caiaque apontando a nascente do rio; ciclo de remadas completos (CR), caracterizado por cada ciclo, definido como a alternância direita/esquerda de remada) e por fim, remadas cruzadas (Rcr), as quais aconteciam no momento em que o atleta utilizava duas ou mais vezes o mesmo membro superior para realizar a remadas subsequente.

### **Mensuração e análise das respostas fisiológicas**

#### **Frequência cardíaca**

Para o registro da frequência cardíaca durante as provas simuladas e recuperação, foi utilizado um cardiofrequencímetro (Polar, modelo RS800x) com os dados sendo armazenados a cada 5 s. Os registros obtidos foram transferidos para um microcomputador, com a utilização de uma interface específica da marca Polar.

Com base nos dados observados, foram determinados os valores referentes à FC mínima (FCmin), FC média (FCmed) e FC máxima (FCmáx) no trajeto, observadas nas duas provas simuladas.

#### **Amostras de Sangue e determinação das concentrações de lactato sanguíneo**

Amostras sanguíneas foram coletadas do lóbulo da orelha, nos tempos equivalentes ao repouso e após 1, 3, 5, 7 e 9 min das provas simuladas (recuperação). Com os dados lactacidêmicos foi possível identificar o valor do lactato pico ([Lac]pico), interpretado como o mais elevado valor dentre as amostras analisadas, bem como o tempo de ocorrência desse evento (t[Lac]pico).

Para análise das concentrações sanguíneas de lactato por método enzimático, as amostras, previamente armazenadas à temperatura equivalente a -30 °C, foram agitadas em agitador magnético e centrifugadas (3000 rpm). Foi extraída uma alíquota de 100µL de sobrenadante, depositada em tubo de ensaio, a qual foi adicionada a quantidade equivalente a

500 $\mu$ L de reagente. O homogenado foi novamente agitado e logo após, incubado por 20 minutos em banho à 37°C. A leitura da amostra foi efetuada em espectrofotômetro, em onda de 340nm.

### **Análise Estatística**

A análise dos resultados obtidos foi procedida com o auxílio do pacote estatístico “*STATISTICA*”, versão 7.0, conforme os objetivos do estudo.

Inicialmente, foram aplicados testes de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Levene) para identificar a característica dos dados. Por apresentarem respostas normais e homogenias, foram adotados os métodos preconizados pela estatística paramétrica.

Os parâmetros fisiológicos, técnicos e de *performance* foram comparados por teste t-Student pareado, com o intuito de identificar as possíveis diferenças estatísticas entre as duas provas simuladas. Para analisar as correlações entre as variáveis estudadas, adotou-se o protocolo de correlação de Pearson. Em todos os casos, o nível de significância foi pré-fixado em 5%.

### **Resultados**

Os resultados obtidos nas duas provas simuladas estão expressos como média  $\pm$  erro padrão da média, sendo apresentados na tabela 1.1 e figuras 1.1 e 1.2.

A tabela 1.1 apresenta os valores referentes aos parâmetros de *performance* (tempo de execução das provas, distância percorrida, velocidade média) e técnicos (número total de remadas, remadas a favor da corrente, remadas contra a corrente, ciclo de remadas e remadas cruzadas), em ambas as provas simuladas.

Foi observada similaridade entre o tempo de execução da primeira prova simulada (104,48  $\pm$  3,60 s) e segunda simulação (103,29  $\pm$  3,65 s), com correlação positiva e significativa entre esse parâmetro ( $r = 0,71$ ). Não foi possível encontrar diferenças significantes na distância percorrida nas duas provas simuladas. A velocidade média estimada em ambas as provas simuladas foram iguais e significativamente correlacionadas ( $r = 0,80$ ).

Resultados com características similares também foram obtidos para os parâmetros quantitativos de remada (tabela 1.1). Entretanto, nos aspectos técnicos, apenas foi observada correlação significativa entre o número de remadas totais, ao longo da primeira e segunda competição simulada.

**Tabela 1.1.** Resultados de tempo de execução das provas simuladas (s), distância percorrida (m), número total de remadas (n), remadas a favor da corrente (n), remadas contra a corrente (n), ciclo de remadas (n) e remadas cruzadas para cada dia de simulação (n).

	Primeira Prova Simulada	Segunda Prova Simulada	P	r
<b>Resultados de Performance</b>				
Tempo de prova (s)	104,48±3,60	103,29±3,65	0,68	0,71*
Distância percorrida (m)	208,25±11,19	216,00±4,75	0,77	-0,54
Velocidade média (km/h)	7,29±0,54	7,57±0,29	0,78	0,80*
<b>Características Técnicas</b>				
Remadas totais (n)	135 ±3	139 ±6	0,37	0,79*
Remadas a favor da corrente (n)	121 ±2	125 ±5	0,46	0,53
Remadas contra corrente (n)	14 ± 2	14 ± 1	0,93	0,41
Ciclo de remadas (n)	60 ±1	63 ± 2	0,18	0,56
Remadas cruzadas (n)	15±2	12 ±2	0,29	0,26

Resultados expressos em média ± EPM.

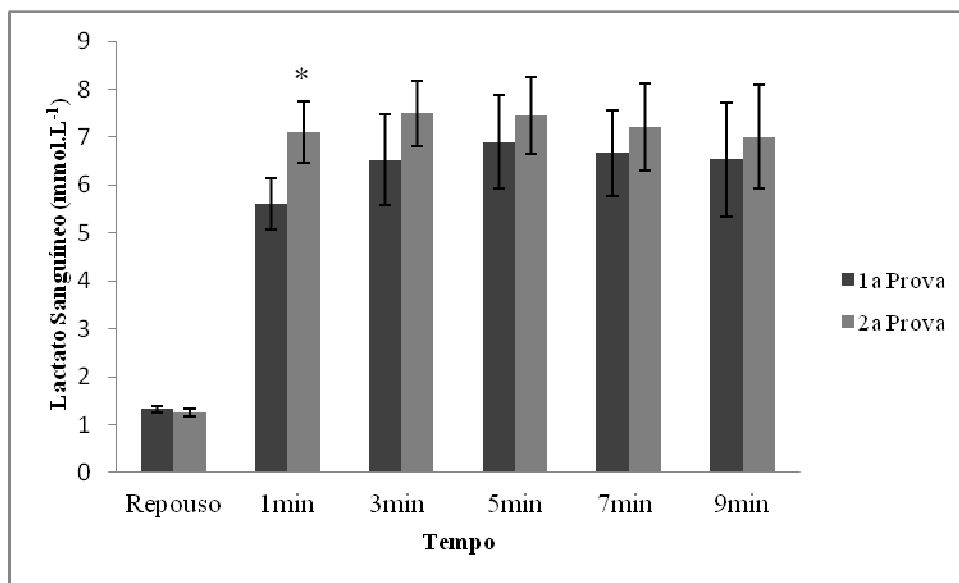
\* Diferença entre Primeira Prova Simulada ( $p \leq 0,05$ )

Os resultados referentes às concentrações de lactato sanguíneo obtidas em repouso (antes da execução da prova) e após a execução de cada simulação (minutos 1, 3, 5, 7, e 9) estão apresentados na figura 1.1.

Com relação às respostas lactacidêmicas, foram observados valores elevados desse metabólito após as provas simuladas, variando entre 3,31 e 10,68 mmol.L<sup>-1</sup>, revelando a característica anaeróbia láctica da modalidade. Apenas detectou-se diferença entre a lactacidemia do primeiro minuto de recuperação, quando comparadas a primeira (5,61±0,52 mmol.L<sup>-1</sup>) e a segunda prova simulada (7,11±0,63 mmol.L<sup>-1</sup>). A moda de ocorrência do lactato pico na 1ª simulação foi aos 5 min pós-esforço, ao passo que na 2ª prova, esse fato foi observado no 3º minuto após a competição. Entretanto, não foram diagnosticadas diferenças entre as concentrações de lactato pico em ambos os casos (6,90±0,97 mmol.L<sup>-1</sup> e 7,50±0,50 mmol.L<sup>-1</sup>, nos 1º e 2º dia, respectivamente). Para todos os tempos, foram obtidas elevadas e significantes correlações entre as concentrações lactacidêmicas, com é o caso das [Lac] no repouso ( $r=0,87$ ), e nos minutos 3, 5, 7 e 9 ( $r = 0,88$ ,  $r = 0,90$ ,  $r = 0,95$  e  $r = 0,90$ , respectivamente).

Na primeira simulação de prova foi possível encontrar ainda correlações significantes entre o número total de remadas e [Lac] nos minutos 3 ( $r=-0,91$ ), 5 ( $r=-0,88$ ), 7 ( $r=-0,88$ ) e 9

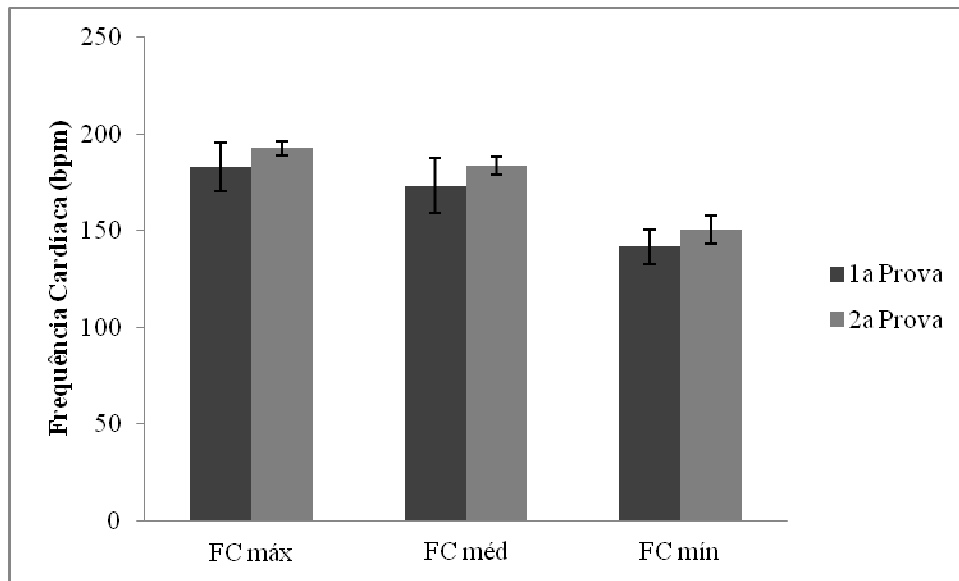
( $r=-0,89$ ). Ou seja, quando maior o número total de remadas realizado pelos atletas maior o valor encontrado na [Lac], esse resultado pode ser sinalizador de intensidade de execução de prova, já que na segunda simulação foi encontrado valor significativo de correlação para tempo de prova e número total de remadas ( $r=0,87$ ), apontando que quanto menor a duração da realização maior a realização de remadas.



**Figura 1.1.** Resultados lactacidêmicos antes (repouso) e após as 1ª. e 2ª. provas simuladas (minutos 1, 3, 5, 7 e 9 após as simulações).

\* Diferença entre a 1ª Simulação ( $p \leq 0,05$ )

Os valores mínimos, médios e máximos de FC ao longo das provas simuladas estão expressos na figura 1.2. Os dados elevados de FC revelam que as provas simuladas foram efetuadas em alta intensidade, com os atletas apresentando resultados  $FC_{méd}$  próximos aos valores de  $FC_{máx}$ . Não foram observadas diferenças entre os resultados de FC nas duas competições simuladas em canoagem *slalom*.



**Figura 1.2:** Resultados de frequência cardíaca máxima (FCmáx), frequência média (FCméd) e mínima (FCmin), observadas nas duas provas simuladas.

Outro dado importante encontrado sobre intensidade da modalidade está entre a correlação entre a velocidade média e FC média na simulação de prova 2 ( $r=0,88$ ). Quanto mais alta a velocidade média mais alta a FCméd, podendo ser esse o fator dos valores de FCméd encontrados no presente estudo serem altos e próximos aos valores de FCmáx.

## Discussão

Simular uma prova tem como objetivo principal adaptar o atleta à estrutura específica da competição, fornecendo experiências próximas às competitivas, além de possibilitar o aprendizado da utilização racional de capacidades envolvidas com o desempenho e da condução tática da competição (MARTIN et al., 2008). Conseqüentemente, competições simuladas auxiliam em procedimentos diagnósticos do desempenho e fornecem informações de controle, com as quais é possível analisar as evoluções individuais ao longo da periodização. Para isso, há a necessidade de averiguar se as provas simuladas refletem as características da competição e se a reprodutibilidade desse método é efetiva.

Em treinamentos para canoístas *slalom*, provas simuladas são muito utilizadas. Entretanto, não foram localizados na literatura, estudos objetivando compreender as características e reprodutibilidade dessas sessões, fato que pode apontar dúvidas e questionamentos sobre a efetividade desse meio de treinamento para a modalidade. O presente



estudo caracterizou, em aspectos fisiológicos, técnicos e de *performance*, provas simulada em canoagem *slalom*. Além disso, testou a reprodutibilidade das simulações.

Ambas as competições simuladas aplicadas, com intervalo de 72 horas, foram realizadas em tempos alocados dentro do previsto para provas de *slalom* (entre 90 e 120s) e relativamente próximos aos apontados por Hunter et al. (2008), analisando descidas da semifinal e final do Campeonato Mundial de 2005. Esses autores indicaram que, no Mundial estudado, a média para os tempos de prova foi  $97,9 \pm 1,3s$ , ao passo que, na presente investigação, os valores estiveram próximos à 100s ( $104,5 \pm 8,8s$  no primeiro dia e  $103,3 \pm 8,9s$  no segundo dia), com significativa e positiva correlação apresentada para esse parâmetro ( $r=0,71$ ). A variação inter individual para os tempos de prova revela maior homogeneidade para o grupo participante do Campeonato Mundial (Hunter et al., 2008) em comparação à nossa amostra.

É possível sugerir que a qualidade da amostra, também em esportes que dependem de fatores extrínsecos como a canoagem *slalom*, reflete em maior similaridade de resultados. Em 2005, Zamparo e cols. também investigaram o tempo de prova de canoístas, analisando atletas de médio a alto rendimento pertencentes ao “Italian National White Water Team” e obtiveram registros de menor valor ( $85,7 \pm 5,3$ ), porém com maior variação inter individual, assim como observado no presente estudo.

Quando analisado resultados de competições oficiais dos atletas do presente estudo pode-se encontrar para a primeira prova valores médios de  $95,92 \pm 2,82s$  na primeira descida e  $97,71 \pm 3,67s$  na segunda descida, corroborando com os estudos citados acima acerca da duração de provas oficiais da modalidade (NIBALI et al., 2011), e correlacionando esses valores com as provas simuladas são possíveis obter correlações significativas entre os valores da primeira descida da prova oficial com a primeira prova simulada ( $r=0,94$ ), e da segunda descida da prova com a primeira ( $r=0,85$ ) e segunda ( $r=0,88$ ) prova simulada.

Em outra prova oficial na qual os atletas do presente estudo participaram, os mesmos apresentaram valores de tempo de execução médios ( $127,79 \pm 4,36s$  na primeira descida e  $142,85 \pm 5,54s$  na segunda descida da prova oficial) superiores aos citados e aos encontrados na literatura até o presente. Correlações significantes foram encontradas entre a segunda descida da prova oficial e a segunda prova simulada ( $r=0,80$ ).

Apesar dos registros temporais, os trabalhos que relataram os tempos de prova em canoagem *slalom* (ZAMPARO et al., 2005; HUNTER et al., 2007; HUNTER et al., 2008),

não determinaram as distâncias individualmente cumpridas nas provas analisadas. Zamparo et al. (2005), estudando atletas de médio a alto rendimento da Itália, propuseram um percurso com seis portas contra a correnteza, mas não relataram a distância dessa simulação. Esse parâmetro foi investigado no presente estudo (distâncias  $208,25 \pm 11,19$  na 1ª. simulação e  $216,00 \pm 4,75$  na 2ª. prova), não sendo identificadas diferenças entre as duas situações. Por outro lado, apesar de não ser significativa, baixa e negativa correlação foi obtida para a distância percorrida nos dois dias analisados, fato que pode estar relacionado à diferenças entre estratégias de prova adotadas pelos atletas, já que as velocidades médias não diferiram e foram significativamente correlacionadas (tabela 1.1).

Kendal e Sanders (1992) observaram que a velocidade média do caiaque flutua ao longo de todo o ciclo de ataque do remo à água. Durante a remada, a velocidade do caiaque aumenta devido às ações de forças propulsivas da pá, sendo essa força alcançada quando os caiaquistas maximizam a potência e minimizam o gasto energético (MICHAEL et al, 2010) e, durante os intervalos de ataque a resistência da água diminui a velocidade da embarcação (MANN, KEARNEY, 1980; JACKSON, 1995, BAUDOUIN, HAWKINS, 2004). Uma limitação do presente estudo está na mensuração da velocidade média dos caiaquistas e não nas derivações de velocidade em cada ciclo de remada.

Eventos esportivos como a canoagem *slalom*, em progressão, mas ainda não expressivamente divulgados pela mídia são, na maioria das vezes, registrados em gravações pelos próprios atletas e técnicos, com possibilidade de geração de informações quantitativas e qualitativas das ações executadas (HUGHES, BARTLETT, 2002; HUNTER et al., 2007; HUNTER et al., 2008). Dentre essas ações, é possível destacar o número de remadas e suas características.

O número total de remadas observado em ambas às competições simuladas no presente estudo esteve próximo a 136, sem diferença ( $p=0,37$ ) e com significativa correlação entre as duas ocasiões ( $r=0,79$ ), sugerindo reprodutibilidade das provas simuladas em relação a esse padrão técnico. No estudo das finais do Campeonato Mundial de *slalom*, Hunter et al. (2008) observaram valores menores, próximos à 109 remadas, com provas de duração menor que as obtidas na presente investigação, conforme relatado anteriormente.

Quando analisadas as remadas por características dentro do modelo competitivo (Rfc, Rcc, CR e Rcc), resultados similares foram obtidos nas duas provas, mas com pobres correlações entre a 1ª e a 2ª. avaliação. É possível especular que, dentre as estratégias

adotadas por cada canoísta para transpor as “portas” demarcadas, prevaleça à utilização de remadas (ex: remada cruzada) sem alterar a característica global quantitativa dessa atividade (remadas totais). Não foram localizados na literatura, estudos que analisaram as frações referentes às remadas adotadas na presente investigação. Trabalhos envolvendo apenas características de remadas, por conta de sua própria natureza e linha de investigação, seguiram caminhos de análise biomecânica de modo qualitativo e não quantitativo, como é o caso do estudo de Michael e cols. (2009)

Durante eventos competitivos, tarefas de máxima intensidade são visualizadas, com participações pronunciadas das vias anaeróbia alática, láctica e aeróbia, de acordo com a característica da modalidade e atividades decisivas para a vitória (LEHMANN, et al., 1992; TAKANEN et al., 2009; TAKAHASHI, et al., 2009; GORDON et al., 2011). Além disso, muitas modalidades esportivas, tanto individuais quanto coletivas, apresentam característica intermitente. Esse é o caso da canoagem *slalom*, composta por ações de elevada velocidade, mescladas por tarefas de intensidades menores que se alternam de acordo com a posição das “portas” e obstáculos naturais (NIBALI et al., 2011). Entretanto, é necessário destacar que, estratégias de prova, tais como o “pacing”, não são passíveis de realização nesse esporte, já que a duração da prova é demasiadamente reduzida, não estando na faixa preconizada na literatura (dois minutos à uma hora) (LIMA-SILVA et al., 2010). Nesse sentido, as provas de *slalom* são efetuadas na máxima intensidade.

Dentre as variáveis capazes de fornecer relevantes informações sobre intensidade de esforço, condicionamento aeróbio/anaeróbio e efeitos do treinamento, destacam-se o lactato sanguíneo, pela precisão nos resultados e sensibilidade ao treinamento (BILLAT et al., 2003; FAUDE et al., 2009) e a frequência cardíaca, altamente utilizada para o monitoramento de cargas individuais de treino (ACHTEN, JEUKENDRUP, 2003; MUJKA, 2010; MICHAEL et al., 2010; LAMBERTS et al., 2010) e características da competição expressas em % FC máxima no momento competitivo (BORRESEN, LAMBERT, 2009).

Nossos resultados de [Lac] antes da competição simulada indicam que os atletas realmente estavam em repouso (Figura 1.1) e os dados da recuperação se mostraram elevados, caracterizando ambas as simulações com pronunciada participação anaeróbia láctica no fornecimento de energia ao esforço. Zamparo et al. (2005), obtiveram valores lactacidêmicos médios de  $8,1 \pm 1,6 \text{ mmol.L}^{-1}$  após 5 min de provas oficiais na modalidade. Esse resultado é superior aos observados após esse mesmo tempo, nas provas simuladas na presente

investigação ( $6,90 \pm 2,38 \text{ mmol.L}^{-1}$  no primeiro dia e  $7,46 \pm 1,97 \text{ mmol.L}^{-1}$  no segundo dia). Um cuidado importante e adotado em nosso estudo foi analisar a curva de lactato após recuperação e não apenas um único ponto para esse metabólito objetivando encontrar o lactato pico individualmente, já que diferenças individuais na curva de remoção lactacidêmica podem ser pronunciadas.

Em ambas as simulações de competição, os resultados de lactato sanguíneo não foram diferentes para quase todos os pontos analisados e expressaram altas correlações entre si (valores de  $r$  variando entre 0,88 e 0,95), o que sugere a reprodutibilidade dessa variável fisiológica em competições simuladas em mesma condição natural.

A FC é linearmente correlacionada com a intensidade do exercício e, atualmente, instrumentos simples e precisos são capazes de mensurar e monitorar essa variável, fornecendo dados de modo imediato em sessões de treinamento. Com esses resultados, é possível ajustar e/ou quantificar a intensidade das sessões (ACHTEN, JEUKENDRUP, 2003).

Nesse sentido, a determinação das respostas de FC vem sendo estimulada em canoagem *slalom*. Em estudo de Zamparo et al., (2005), houve a realização de um teste incremental determinando a FC<sub>máx</sub> e, em seguida, uma simulação de prova foi aplicada. Por meio deste procedimento foram encontrados valores individuais de FC a  $177 \pm 7 \text{ bpm}$ , relatando que os valores individuais alcançavam cerca de 92% da FC<sub>máx</sub>, demonstrando a alta intensidade da modalidade.

No presente estudo foram obtidos elevados valores de FC, tanto na FC máx ( $183 \pm 12 \text{ bpm}$  e  $193 \pm 3 \text{ bpm}$ ), quanto FC<sub>med</sub> ( $173 \pm 14$  e  $184 \pm 5$ ) e FC<sub>min</sub> ( $142 \pm 9 \text{ bpm}$  e  $151 \pm 8 \text{ bpm}$ ), confirmando que é uma modalidade dependente dos metabolismos aneróbios alático e láctico para que possam sustentar uma alta intensidade continuamente (LAMBERTS et al., 2004).

### **Considerações Finais**

Em síntese, os parâmetros relacionados à *performance*, especialmente o tempo de prova observado nas duas simulações sugerem proximidade entre as competições simuladas e provas reais, bem como reprodutibilidade das simulação para essas variáveis.

Para os aspectos técnicos, o número total de remadas não foi modificado nas competições simuladas analisadas, apresentando elevada correlação entre os dois momentos. Por outro lado, as derivações das remadas, apesar de quantitativamente iguais nas duas

ocasiões, não foram significativamente correlacionadas, o que, de modo especulativo, pode ser atribuído a estratégias individuais diferenciadas em cada ocasião.

Resultados fisiológicos, tanto lactacidêmicos quanto relacionados à FC, sugerem a intensidade das provas simuladas efetuadas nas duas condições.

Quanto à reprodutibilidade, variáveis determinantes para o alcance da vitória como tempo de execução (s), velocidade média (km/h) e número total de remadas apresentaram alta correlação entre as simulações, indicando que o modelo simulação parece ser exequível e de grande valia para avaliações na canoagem *slalom*.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o suporte financeiro dos órgãos de fomento FAPESP (Proc. 2010/17134-1), CAPES e CNPq.

### **REFERÊNCIAS**

ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A.E. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Med.** v.33, p.517-38, 2003.

BAUDOIN, A.; HAWKINS, D. Investigation of biomechanical factors affecting rowing performance. **J Biomechanics**, v.37, p. 969 – 976, 2004.

BLOOMFIELD, J.; JONSSON, G.K.; POLMAN, R.; HOULAHAN, K.; O'DONOGHUE, P. Temporal pattern analysis and its application in soccer. In ANOLLI, L.; RIVA, G.; DUNCAN Jr, S.; MAGNUSSON, M.S. **The hidden structure of interaction: From neurons to culture patterns**, Amsterdam: IOS Press, p. 237–250, 2005.

BILLAT, V.L.; SIVERENT, P.; PY, G.; KORALLSZTEIN, J-P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Med**, v.33, n.6, p.407-426, 2003.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. The quantification of training load, the training response, and the effect of performance. **Sports Med.** v.39, p.779-795,2009.

CARLING, C.; BLOOMFIELD, J.; NELSEN, L.; REILLY, T. The role motion analysis in elite soccer. Contemporary performance measurement techniques and work rate data. **Sports Med.** v. 38, p. 839-862, 2008.

DAVIES, K. Utilizing digital video for game, player, training and opposition analysis. Communication to the **International Conference on the Science and Practice of Rugby, Brisbane**, Australia, 2003.

GOMES, A. C. - **Treinamento Desportivo: estruturação e periodização.** Artmed, 2002.

GORDON, D.; HOPKINS, S.; KING, C.; KEILLER, D.; BARNES, R.J. Incidence of the plateau at  $VO_{2max}$  in dependent on the anaerobic capacity. **Int J Sports Med.** v. 32, p.1-6, 2011.

GRAY, A.J.; JENKINS, D.S. Match analysis and the physiological demands of Australian football. **Sports Med**, v. 40. p. 347-360, 2010.

HILL-HAAS, S.V.; DAWSON, B.T.; COUTTS, A.J.; ROWSELL, G.H. Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. **Journal of Sports Science.** v. 27, p. 1-8, 2009.

HOPKINS, W.G.; SCHABORT, E.J.; HAWLEY, J.A. Reliability of power in physical performance tests. **Sports Med** v. 31, p. 211–234, 2001.

HUGHES, M.; BARTLETT, R. The use of performance indicators in performance analysis. **Journal of Sports Sciences.** v. 20, 739–754, 2002.

HUNTER, A.; COCHRANE, J.; SACHLIKIDIS, A. Canoe slalom—competition analysis reliability. **Sports Biomech**, v.6, p. 155-170, 2007.

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

JACKSON, P.S. Performance prediction for Olympic kayaks. **Journal of Sports Sciences**, v.13, p. 239-245, 1995.

KENDAL, S.J.; SANDERS, R.H. The technique of elite flatwater kayak paddlers using the wing paddle. **International Journal of Sport Biomechanics**, v.8, p. 233-250, 1992.

LAMBERTS, R.P.; LEMMINK, K.A.; DURANDT, J.J.; LAMBERT, M.I. Variation in heart rate during submaximal exercise: implications for monitoring training. **J Strength Cond Res**. 18: 641–645, 2004.

LAMBERTS, R.P.; SWART, J.; CAPOSTAGNO, B.; NOAKES, T.D.; LAMBERT, M.I. Heart rate recovery as a guide to monitor fatigue and predict change in performance parameters. **Scand J Med Sports**. v. 20, p. 449-457, 2010.

LEHMANN, M.; GASTMANN, U.; PETERSEN, K.G. Training-over-training: performance and hormone levels, after a defined increase in training volume vs intensity in experienced middle and long-distance runners. **Br J Sports Med**. v.26, p.233-42, 1992.

LIMA-SILVA, A.E.; BERTUZZI, R.C.M.; PIRES, F.O.; BARROS, R.V.; GAGLIARDI, J.F.; HAMMOND, J.; KISS, M.A.; BISHOP, D.J. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. **Eur J Appl Physiol**. v. 108, p.1045-1053, 2010.

LYONS, K. **Performance analysis for coaches**: An introduction. *Sports Coach*. v. 25, n.3, p. 6–8, 2002.

MÄESTU, J.; JÜRIMÄE, J.; JÜRIMÄE, T. Monitoring of performance and training in rowing. **Sports Med**. v. 35, p. 597-617, 2005.

MANN, R.V.; KEARNEY, J.T. A biomechanical analysis of the Olympic-style flatwater kayak stroke. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.12, p. 183-188, 1990.

MARTIN, D.; CARL, K.; LEHNERTZ, K. **Manual de Teoria do Treinamento Esportivo**. Phorte, São Paulo, 2008.

MATVEEV, L. P. **Preparação Desportiva**. Londrina: Centro de Informações Desportivas, 1996.

MATVEEV, L.P. **Treino Desportivo: metodologia e planejamento**. Guarulhos: Phorte 1997.

MICHAEL, J.S.; ROONEY, K.B.; SMITH, R. The metabolic demands of kayaking: A review. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.7, p. 1-7, 2008.

MICHAEL, J.S.; SMITH, R.; ROONEY, K.B. Determinants of kayak paddling performance. **Sports Biomechanics**, v.8, p. 167-179, 2009.

MICHAEL, J.S.; SMITH, R.; ROONEY, K.B. Physiological responses to kayaking with a swivel seat. **Int J Sports Med**, v.31, p. 555-560, 2010.

MUJKA, I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. **Scan J Med Sci Sports**. v. 20, p. 24-31, 2010.

NIBALI, M.; HOPKINS, W.G.; DRINKWATER, E. Variability and predictability of elite competitive slalom-kayak performance. **European Journal of Sport Science**, v.11, p. 125-130, 2011.

SCHOKMAN, P.; LE ROSSIGNOL, P.F.; SPARROW, W.A. Validity and reliability of a voice-recognition game analysis system for field sports. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.5, p. 362-371, 2002.



SHEPHARD, R.J. Science and medicine of canoeing and kayaking. **Sports Medicine**, v. 4, p. 19-33, 1987.

TAKAHASHI, S.; WAKAYOSHY, K.; HAYASHY, A.; SAKAGUCHI, Y.; KITAGAWA, K. A method for determining critical swimming velocity. **Int J Sports Med**. v. 30, p. 119-123, 2009.

TANKANEN, M.; UUSITALO, A.L.T.; HÄKKINEN, K.; NISSILÄÄ, J.; SANTTILA, M.; WESTERTERP, K.R.; KYRÖIÄINEN, H. Aerobic fitness, energy balance, and body mass index are associated with training load assessed by activity expenditure. **Scan J Med Sports**. v. 12, p. 871-878, 2009.

VIEIRA, N.A.; TEREZANI, D.; SCHIMDT, A.; CESAR, M.C.; PELLEGRINOTTI, I.L.; MANCHADO-GOBATTO, F.B. Simulation race on slalom kayak: time of course, number of strokes and blood lactate. **15<sup>th</sup> Congress of the European College of Sports science**. p. 371-371, 2010a.

VIEIRA, N.A.; MESSIAS, L.H.D.; TEREZANI, D.; BORIN, J.P.; CUNHA, S.A.; OLIVEIRA, R.M.; MANCHADO-GOBATTO. Relationship among load training, aerobic/anaerobic parameters and performance during 22-weekes of slalom kayakers training. **16<sup>th</sup> Congress of the European College of Sports science**. 2011b.

WINEGARD, K.J.; HICKS, A.L.; VANDERVOORT, A.A. Reliability of measuring voluntary strength and isometric twitch properties in the ankle muscles of very old adults. **J Aging Phys Act**, v.6, p. 222-231, 1998.

ZAMPARO, P.; TOMADINI, S.; DIDONÈ, F.; GRAZZINA, F.; REJC, E.; CAPELLI, C. Bioenergetics of a slalom kayak (k1) competition. **Int J Sports Med**, v.27, p. 546-542, 2005.

ARTIGO 2:

**LIMIAR ANAERÓBIO E PARÂMETROS DO MODELO DE VELOCIDADE  
CRÍTICA EM TESTES ESPECÍFICOS PARA A CANOAGEM SLALOM, ANTES E  
APÓS TREINAMENTO MONITORADO**

***ANAEROBIC THRESHOLD AND CRITICAL VELOCITY PARAMETERS IN SLALOM  
KAYAK SPECIFIC TESTS, BEFORE AND AFTER MONITORED TRAINING***

*Título reduzido: Avaliações fisiológicas em canoagem slalom: efeitos do  
treinamento monitorado*

Esse artigo foi submetido ao “Journal of Sport Science”

## ABSTRACT

The aims of study were suggest a specific anaerobic threshold (AT) test for slalom kayak, comparing their results with the obtained using a non-invasive critical velocity (CV) model and also to verify these responses before and after 7-weeks monitored training. Six well trained kayakers ( $17\pm 2$  yrs) were submitted to specific tests on a lake, before and after training program. The AT was determined by a progressive kayak "shuttle" exercise (50-m course, 3min/stage) until exhaustion. The velocities adopted were 5,6,7,8,9 and 9.5Km/h, with blood sample collection after each stage. Individual curves 'intensity vs blood lactate' were plotted and the AT was obtained using visual inspection and intersection of the bi-segmental linear regression. From these tests, the individual total time (TT) between AT and exhaustion were obtained. The CV protocol consisted of 4 maximal exercises paddling at 150, 300, 400 and 600-m, with minimum 1hr rest among them. The slope and y-intercept of linear mathematical model 'distance vs time' were CV and anaerobic paddling capacity (APC), respectively. The training program was accomplished on a lake and river and the intensity sessions were obtained by the individual rating of perceived exertion (RPE). The product of daily volume (min) and RPE was considered the load training. The results were analyzed by t-student test, one-way Anova and Pearson correlation ( $P < 0.05$ ). The AT and CV were not different in initial tests ( $6.7\pm 0.2$  and  $6.8\pm 0.1$  Km/h) and there was not significant correlation between APC and TT. Despite volume training has showed changes, the intensity was not modified during this period and the load reduced only the last week. After program, the AT increased ( $7.3\pm 0.2$  Km/h) without modified CV ( $6.7\pm 0.0$  Km/h). APC and TT showed significant correlation ( $r=0.66$ ). At both moments, the blood lactate at AT was similar ( $2.4\pm 0.2$  and  $2.6\pm 0.4$  mM). The AT specific protocol detected aerobic capacity increase after 7-weeks training characterized by small changes intensity and load. The same was not verified with CV and APC. Thus, the invasive protocol seems more appropriate to evaluate the effects of training applied to slalom kayakers.

**Key-words:** invasive and non-invasive aerobic evaluation, progressive test, blood lactate, slalom kayak, monitored training

## Introdução

A canoagem *slalom* consiste de descidas em corredeiras com graus de dificuldade variados, na qual o atleta necessita contornar “portas” e obstáculos naturais do rio, realizando movimentos a favor e contra a correnteza (SHEPHARD, 1987, MANCHADO et al., 2010). O resultado final nessa modalidade esportiva é determinado pelo tempo de prova dessas descidas associado a penalidades cometidas ao longo do trajeto (NIBALI et al., 2011). Devido a características especiais desse esporte, a participação dos metabolismos aeróbio e anaeróbio se faz imprescindível para o fornecimento energético ao exercício de remada durante o treinamento e, ao longo das competições (ZAMPARO et al., 2006).

Mesmo sendo a canoagem uma modalidade expressiva em âmbito internacional, um número muito restrito de protocolos de avaliação fisiológica específica para atletas da canoagem *slalom* é apontado na literatura, o que reflete em escassas informações acerca da prescrição e controle de intensidade de treinamento para tais atletas (MANCHADO et al., 2010, VIEIRA et al., 2010). Em recente e expressiva revisão sobre estratégias para otimizar treinamento aeróbio e de força aplicados à canoístas e remadores (GÁRCIA-PALLARÉS e IZQUIERDO, 2011), não foram citados estudos com treinamento destinado à canoagem *slalom*, o que possivelmente tenha ocorrido devido a carência de estudos para tal especificidade.

A concentração de lactato sanguíneo ([Lac]) vem sendo utilizada como importante variável fisiológica para determinação do condicionamento aeróbio e anaeróbio no esporte (BILLAT et al., 2003), por ser esse um metabólito fidedigno à detecção da intensidade de esforço e sensível aos efeitos do treinamento desportivo. Nesse sentido, o limiar anaeróbio obtido a partir de respostas lactacidêmicas em testes específicos tem sido usado em grande parte das modalidades esportivas, tais como no ciclismo (BISHOP et al., 1998), natação (SANTHIAGO et al., 2011), futebol (SILVA et al., 2008), basquete (CASTAGNA et al., 2010) e em corrida (COEN et al., 2001), mas ainda não foi adaptado à canoagem *slalom*.

Apesar da precisão e sensibilidade do lactato frente a estímulos agudos e crônicos, a análise desse metabólito requer a utilização de equipe treinada para esse procedimento e técnicas com algum custo financeiro (MacINTOSH et al., 2002). Por outro lado, protocolos simples e não invasivos têm sido apontados como capazes para estimar as capacidades aeróbia e anaeróbia de atletas, com a vantagem da maior aplicabilidade no ambiente esportivo. O modelo de potência crítica proposto por Monod e Scherrer (1965), baseado na relação

matemática entre intensidade de exercício e tempo de exaustão é um exemplo de teste simples e aplicável, que vem sendo adaptado a diversas modalidades esportivas (HUGHSON et al., 1984, NAKAMURA et al., 2005, ZAGATTO et al., 2008, FUKUDA et al., 2011, TOUBEKIS et al., 2011), com diferentes abordagens matemáticas (SMITH et al., 2011)

Além das variações entre diferentes protocolos de avaliação, as características da modalidade esportiva devem ser consideradas quando propostos testes, já que o objetivo final nesse processo é a possibilidade de controle acompanhamento do processo específico de treinamento. Em canoagem ainda deve ser ressaltada a relação entre as especificidades do esporte e a aplicação do treinamento para o sucesso do programa (MICHEL et al., 2009) e a sensibilidade dos protocolos de avaliação frente aos efeitos do treinamento.

Nesse sentido, os objetivos do estudo foram sugerir um teste específico de limiar anaeróbio (Lan) para canoagem *slalom*, comparando os resultados obtidos por esse protocolo aos estimados por método não invasivo. O estudo objetivou ainda verificar a sensibilidade dos parâmetros aeróbios e anaeróbios fornecidos por ambos os testes após sete semanas de treinamento monitorado nessa modalidade.

## **Material e Métodos**

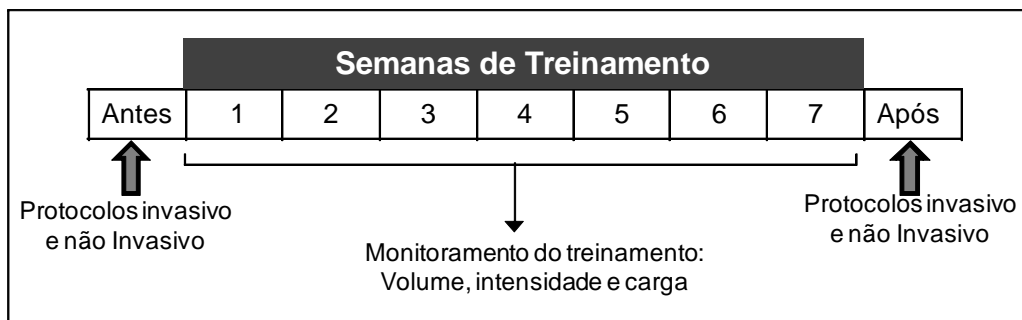
### **Participantes**

Para esse estudo, foram avaliados seis atletas de elevado rendimento na categoria K1 da canoagem *slalom* (idade  $17 \pm 2$  anos; massa corporal  $67,5 \pm 4,9$  Kg; estatura  $174,5 \pm 5,9$  cm). Todos os atletas participavam regularmente de competições em nível nacional e internacional, sendo 80% da amostra classificada entre as oito primeiras colocações no ranking nacional, segundo a Confederação Brasileira de Canoagem no período em que o estudo foi realizado. Todos os avaliados realizaram treinamento específico para a modalidade, com frequência de 5 dias/semana e volume diário médio próximo a 2 horas, conforme detalhado posteriormente. A participação dos atletas no estudo foi voluntária, sendo todos os procedimentos informados verbalmente e por meio de um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP (protocolo no. 05/10).

## Desenho Experimental

O desenho experimental foi composto por dois protocolos de campo com diferentes características (um invasivo e outro não invasivo), ambos objetivando a determinação da zona de transição de predominâncias aeróbia/anaeróbia, adaptados à especificidade da canoagem *slalom* e realizados antes e após sete semanas de treinamento monitorado.

Os testes foram realizados em lagoa, local usual de treinamento dos atletas, com os canoístas utilizando mesmos materiais esportivos (vestimenta, caiaque e remos) adotados em treinamento e competições. Todos os testes foram aplicados no período de uma semana, com intervalo mínimo de 24 e máximo de 48 horas entre eles.



**Figura 2.1.** Desenho experimental adotado no presente estudo.

## Determinação do limiar anaeróbio na canoagem *slalom* utilizando concentrações de lactato sanguíneo

O Lan foi determinado por teste progressivo caracterizado por exercícios de remada em percurso vai-vem (distância equivalente a 50m), com estágios compostos por 3 min de duração, realizado até a exaustão voluntária dos atletas. As velocidades adotadas nesse protocolo foram 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 e 9,5Km/h, com coletas de sangue efetuadas ao final de cada estágio. Curvas individuais de “intensidade vs [Lac]” foram plotadas e a intensidade do limiar foi obtida por análise da inspeção visual do ponto de inflexão da curva, sucedida pela bissegmentação das retas de regressão. O mesmo procedimento foi adotado para identificar a concentração de lactato relativa ao LAN ( $[Lac]_{Lan}$ ). A partir desse teste, o tempo individual de exercício entre o Lan e a exaustão em teste progressivo ( $T_{supra Lan}$ ) foi obtido (Figura 1.2)

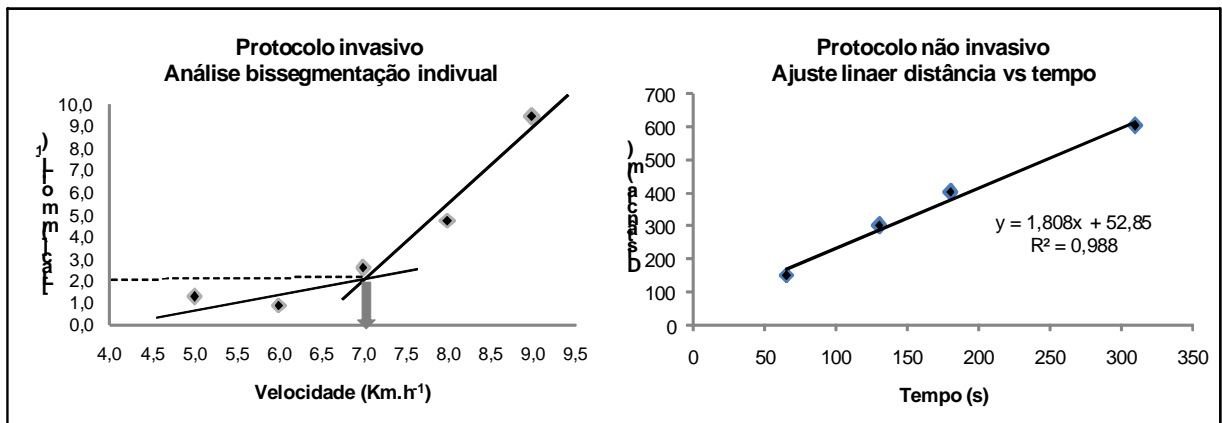
## Amostras de sangue

No protocolo progressivo, amostras de sangue capilar (25 $\mu$ L) foram extraídas do lóbulo da orelha utilizando tubos capilares, antes e após cada estágio. As amostras foram transferidas para tubos *Eppendorf*

(1,5mL), contendo 400- $\mu$ L de TCA (ácido tricloroacético). As concentrações foram determinadas por método enzimático (ENGEL e JONES, 1978) e expressas em mM.

### Protocolo não invasivo para determinação da velocidade crítica e capacidade de remada anaeróbia

Para determinação dos parâmetros sugeridos pelo modelo de velocidade crítica, os atletas foram submetidos a quatro testes de remadas máximas em distâncias equivalentes a 150, 300, 400 e 600m, realizadas randomicamente em dois dias, com recuperação mínima de 1 hora entre os esforços. Os tempos necessários para a execução dessas distâncias foram registrados por cronômetro manual. O modelo linear ‘distância vs tempo’ foi adotado para estimar a velocidade crítica ( $V_{crit}$ ) e capacidade de remada anaeróbia (CRA), respectivamente através dos coeficientes angular e linear do ajuste adotado (Figura 2.2). Os valores de  $R^2$  obtidos para as regressões individuais foram considerados para o diagnóstico da eficácia do método nas determinações propostas. O modelo foi adotado por apresentar características não invasiva e também não exaustiva.



**Figura 2.2.** Exemplo da determinação do limiar anaeróbio por teste invasivo (vai-vem) utilizando a análise de inspeção visual do ponto de inflexão da curva lactacidêmica, sucedida por bissegmentação das retas de regressão, sendo analisados o Lan (intensidade e concentração de lactato) e duração do exercício realizado acima do Lan em teste progressivo (gráfico à esquerda). O segundo exemplo expressa a determinação dos parâmetros aeróbio ( $V_{crit}$ ) e anaeróbio (CRA) por método não invasivo, baseado no ajuste linear ‘distância vs tempo’.

### **Programa de treinamento**

O programa de treinamento consistiu de sessões de exercícios específicos com intensidades variadas, realizadas em lagoa ou rio, 5 dias/semana e aproximadamente 2 horas/dia. No presente estudo, o treinamento foi apenas monitorado, sem qualquer intervenção dos pesquisadores no programa previamente organizado pela comissão técnica responsável pela equipe.

A intensidade do treinamento foi determinada por aplicação individual da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) (FOSTER et al., 2001) ao final de cada sessão de treinamento. A duração das sessões foi adotada como o volume de treinamento. A carga de treinamento foi determinada individualmente pelo produto da duração das sessões (min) pelo escore da PSE (FOSTER et al., 2001).

### **Análise estatística**

As análises foram realizadas com auxílio do pacote estatístico Statistica (Statistic 7.0, Statsoft, Tulsa, USA). Inicialmente foram efetuados testes de normalidade e homogeneidade dos dados (Shapiro-Wilk's e Levene's teste, respectivamente) Os parâmetros aeróbios e anaeróbios obtidos antes e após o treinamento foram comparados por teste t-Student pareado. ANOVA one-way sucedida por teste de post-hoc Newman-Keuls, quando apropriado, foram adotados para comparar os diferentes protocolos de avaliação e parâmetros de treinamento. O teste de correlação de Pearson foi usado para o estudo da correlação entre as variáveis. Em todos os casos, o nível de significância foi pré-fixado em 5% e dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão da estimativa (EPM).

### **Resultados**

Na tabela 2.1 é possível observar os resultados obtidos por teste progressivo invasivo, embasado nas respostas lactacidêmicas frente ao esforço incremental, antes e após 7 semanas de treinamento. Expressos nessa tabela encontram-se também os dados aeróbio ( $V_{crit}$ ), anaeróbio (CRA) e coeficiente do ajuste linear ( $R^2$ ) obtidos por modelo não invasivo de velocidade crítica (distância vs tempo).



**Tabela 2.1.** Resultados determinados pelos modelos de avaliação invasivo e não invasivo, antes e após 7 semanas de treinamento, e valores de P para a análise de comparação entre os resultados nos dois momentos.

	Antes	Após	P
<b>Protocolo Invasivo</b>			
Lan (Km.h <sup>-1</sup> )	6,72 ± 0,20	7,27 ± 0,15	0,036 *
[Lac] <sub>Lan</sub> (mmol.L <sup>-1</sup> )	2,41 ± 0,22	2,64 ± 0,41	0,589
Duração do teste (s)	1020,5 ± 33,5	1147,7 ± 31,0	0,005 *
T <sub>supra Lan</sub> (s)	346,0 ± 39,7	439,6 ± 53,1	0,259
<b>Protocolo não invasivo</b>			
Vcrit (Km.h <sup>-1</sup> )	6,80 ± 0,20	6,72 ± 0,03	0,252
CRA (m)	60,69 ± 1,91	64,15 ± 3,37	0,350
R <sup>2</sup>	0,99 ± 0,00	0,98 ± 0,00	0,200

Resultados expressos em média ± EPM

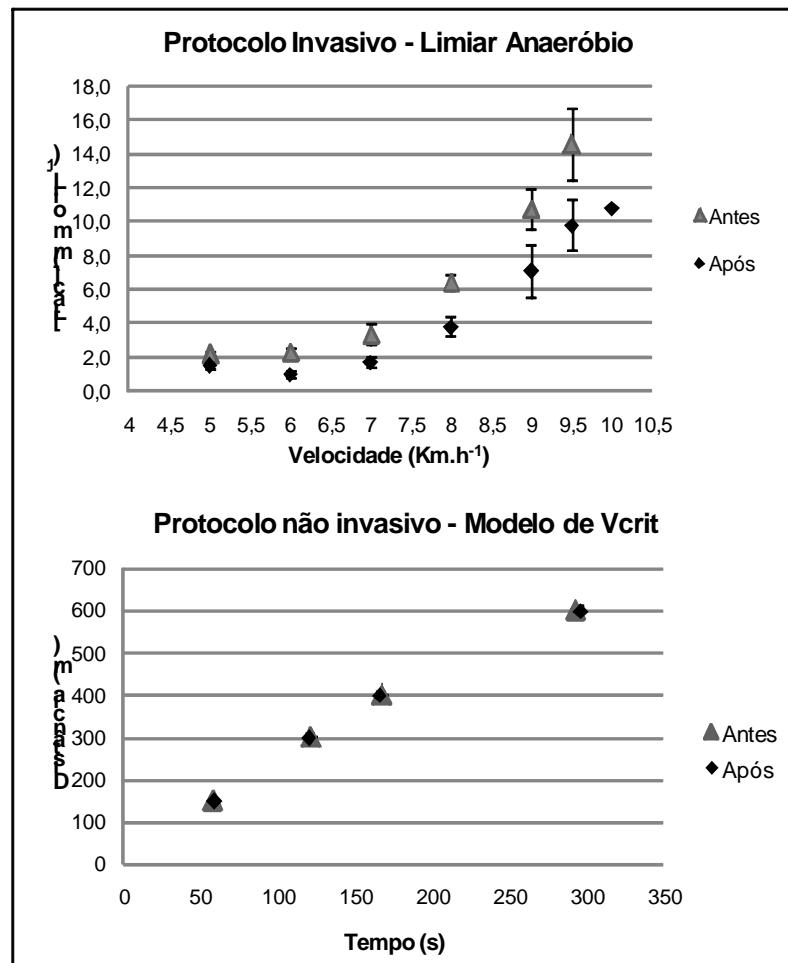
\* Diferença significativa em relação ao pré-treino (p≤0,05)

O treinamento monitorado promoveu modificações positivas na intensidade de Lan e elevação do tempo de exercício total realizado em teste progressivo, sem alterar os demais parâmetros estudados.

Nas primeiras avaliações, não foram observadas diferenças entre a condição aeróbia determinada por teste invasivo (Lan) e não invasivo (Vcrit) (p=0,730). Por outro lado, esses dois parâmetros não apresentaram correlação significativa (r=0,50). Após o treinamento, o Lan foi superior à Vcrit (p=0,015), com não significativa e fraca correlação entre essas duas intensidades (r=0,15).

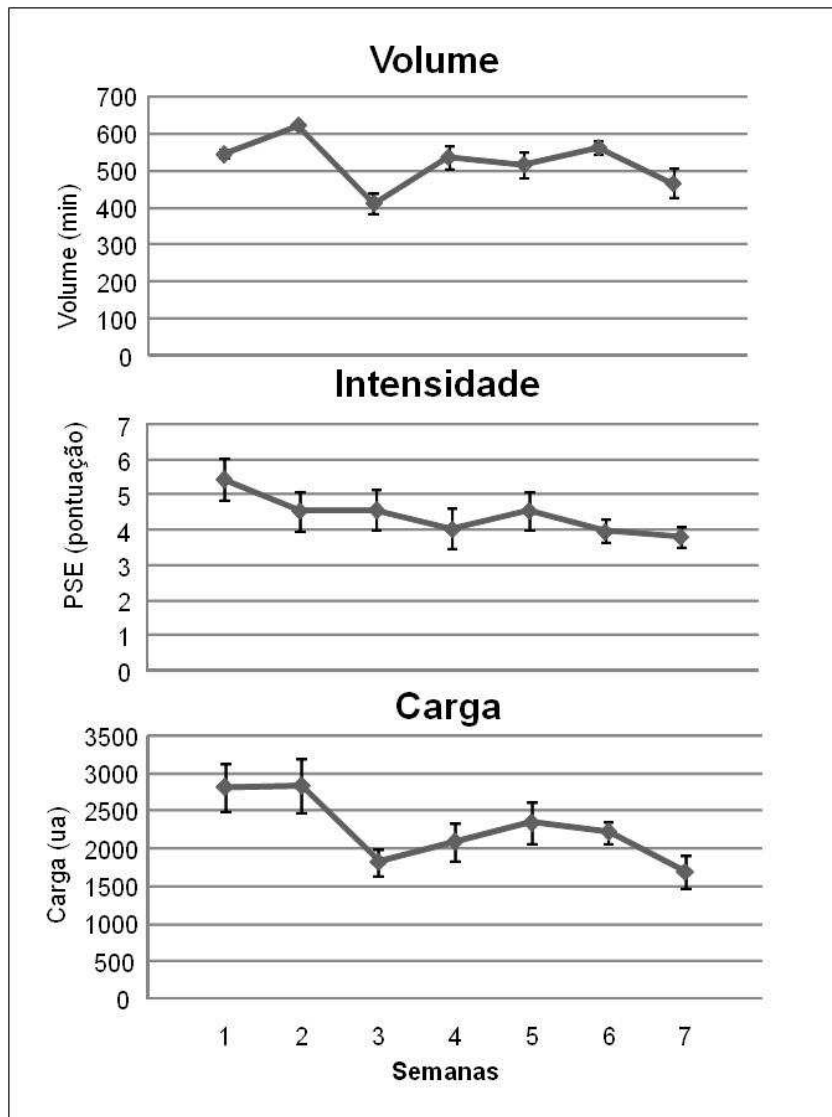
Entre T<sub>supra Lan</sub> e CRA, apenas foi observada correlação moderada e significativa no momento de avaliação procedido após o treinamento (r=0,01 e 0,66, antes e após o treinamento, respectivamente).

A curva lactacidêmica média obtida por protocolo progressivo invasivo e o ajuste linear distância vs tempo (médias ± EPM), encontrados antes e após o treinamento, estão apresentados na figura 2.3.



**Figura 2.3.** Curva lactacidêmica média obtida por protocolo progressivo invasivo e o ajuste linear distância vs tempo (médias  $\pm$  EPM) encontrados antes e após o treinamento

A característica do treinamento monitorado pode ser visualizada na figura 2.4. Apesar das aparentes variações de volume, intensidade e, conseqüentemente, carga de treinamento durante o período estudado, não foram observadas diferenças significantes nesses parâmetros durante as 7 semanas de treinamento.



**Figura 2.4.** Linhas das médias e erro padrão das médias semanais do volume, intensidade e carga de treinamento, monitorada ao longo das 7 semanas.

## Discussão

Por serem escassos os protocolos de avaliação específicos à canoagem *slalom*, carências relacionadas ao controle e monitoramento dos treinamentos também são visíveis nessa modalidade esportiva. A proposta de um teste progressivo invasivo adaptado às necessidades específicas da canoagem *slalom*, assim como já sugerido para avaliação da intensidade de exercício em outros esportes (SILVA et al., 2008, CASTAGNA et al., 2010), foi um dos objetivos do presente estudo.

O método progressivo invasivo com determinação do Lan por respostas lactacidêmicas foi adaptado à especificidade da canoagem *slalom*, com os atletas remando em exercícios com

mudança de direção. Essa aproximação entre características da modalidade esportiva e avaliações se faz imprescindível quando objetiva-se o controle, monitoramento do treinamento e o elevado desempenho (CURRELL e JEYKENDRUP, 2008). Um dos motivos para essa afirmação está relacionado a diferenças que possam existir quando tipos de exercício ou ergômetros são utilizados em avaliações indistintamente, podendo ser cometidos equívocos na prescrição do esforço com base em avaliações (BENEKE et al., 2003). A exemplo, como é possível observar na tabela 2.1 e figura 2.1, a concentração de lactato em intensidade de limiar anaeróbio antes do treinamento ( $2,41 \pm 0,22 \text{mM}$ ) foi inferior à observada para outras modalidades esportivas (BENEKE et al., 1995, BENEKE et al., 2003). Se analisado o Lan adotando o método da concentração fixa de lactato, possivelmente essa intensidade seria superestimada para canoístas *slalom*.

No mesmo sentido, ambas as curvas lactacidêmicas obtidas nos testes invasivos (antes e após o treinamento), apresentaram comportamento diferenciado quando comparadas à exponencial classicamente descrita na literatura (KINDERMANN et al., 1979). No presente estudo, após a elevação do lactato no início do protocolo progressivo, sistematicamente houve uma redução ou estabilização das concentrações desse metabólito no segundo estágio do teste. É possível especular que esse fenômeno tenha ocorrido por conta do ajuste inicial fisiológico, resultado da elevação do consumo de oxigênio, débito cardíaco e das concentrações de lactato quando comparados aos valores de repouso, sendo o último produzido em maior quantidade por membros superiores e ainda que, por conta da grande quantidade de massa menos ativa nessa modalidade, após reorganização fisiológica inicial, a remoção lactacidêmica aeróbia, via tranpostadores monocarboxílicos 1, tenha propiciado a redução desse metabólito no segundo estágio. Posteriormente, devido ao aumento progressivo da intensidade, a elevação lactacidêmica foi inevitável.

Analisando as respostas anteriores ao treinamento, o Lan e a Vcrit foram observados em mesma intensidade, diferente de estudos que observaram o parâmetro aeróbio do modelo de potência crítica superestimando o Lan em outros tipos de exercícios (PRINGLE e JONES, 2002, DEKERLE et al., 2005). Ambos, Lan e Vcrit no presente estudo, foram inferiores ao descrito por Nakamura et al. (2005), aplicando o modelo não invasivo à canoístas da modalidade velocidade ( $11,92 \pm 7,96 \text{ km/h}$ ). Apesar da similaridade entre intensidades de Lan e Vcrit no presente estudo, e ainda dos elevados valores de  $R^2$  para ajuste linear no modelo não invasivo, não foram obtidas correlações significantes entre esses dois parâmetros,

podendo ser questionada a efetividade do modelo de  $V_{crit}$  utilizado para determinar a capacidade aeróbia dos canoístas.

Se considerada a teoria do modelo inicial de potência crítica, precursor do método não invasivo adotado presente no estudo, exercícios realizados em intensidade superior à  $V_{crit}$  promoveriam a depleção dos estoques anaeróbios de energia, denominado capacidade de trabalho anaeróbio (BISHOP et al., 1998) o qual, quando esgotado, promoveria a exaustão do avaliado. Desse modo, estoques maiores poderiam estar associados à elevada manutenção do esforço em intensidades superiores à  $V_{crit}$ . Por esse modo, no presente trabalho foi proposta a análise de correlação entre CRA e tempo de exercício supra  $L_{an}$  ( $T_{supra\ lan}$ ). Entretanto, em nenhum dos dois momentos de avaliação, foram verificadas correlações significantes entre esses dois parâmetros, podendo ser discutível a caracterização da CRA representativa de estoque anaeróbio, como já sinalizado na literatura (ZAGATTO et al., 2008).

No que tange os efeitos do treinamento sobre as capacidades aeróbia e anaeróbia determinadas por dois distintos métodos de avaliação, apenas os resultados obtidos por protocolo invasivo foram sensíveis a intervenção ( $L_{an}$  e duração do teste progressivo) (tabela 2.1). Visivelmente houve um deslocamento das curvas lactacidêmicas para a direita após 7 semanas e, em contrapartida, observou-se a sobreposição dos ajustes lineares adotados no modelo “distância vs tempo”. Desse modo, apenas o teste invasivo foi sensível aos efeitos do treinamento implementado.

Por outro lado, após análise dos dados referentes ao treinamento monitorado de acordo com a proposta de Foster et al. (2001), foi possível detectar a ausência de alterações pronunciadas na carga, volume e intensidade semanais ao longo da sete semanas (Figura 2.4). Segundo Iaiá e Bangsbo (2010), para atletas de elevado rendimento, especialmente a intensidade precisa ser estimulada quando objetiva-se respostas adaptativas significantes, o que é também apoiado por Laursen (2010). Dessa forma, o treinamento monitorado nas semanas analisadas pode ter sido insuficiente para promover grandes modificações nas condições aeróbia e anaeróbia dos canoístas *slalom*, capazes de serem diagnosticadas por método indireto, como é o caso do modelo de  $V_{crit}$ .

De acordo com os resultados obtidos, o protocolo invasivo baseado nas respostas lactacidêmicas e adaptado às especificidades da canoagem *slalom* foi efetuado com sucesso e apresentou sensibilidade às sete semanas de treinamento para os canoístas, mesmo sendo esse treinamento considerado isocarga. Por outro lado, apesar de interessante do ponto de vista da

aplicabilidade, os resultados obtidos pelo método não invasivo não foram significativamente correlacionados com os determinados por protocolo invasivo, também não sendo sensíveis aos efeitos do treinamento.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o suporte financeiro dos órgãos de fomento FAPESP (Proc. 2010/17134-1), CAPES e CNPq.

### **REFERÊNCIAS**

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **Eur J Appl Physiol**, v.89, p.95-99, 2003.

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Med Sci Sports Exerc**, v.27(6), p.863-867, 1995.

BILLAT, V.L.; SIVERENT, P.; PY, G.; KORALLSZTEIN, J-P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Med**, v.33(6), p.407-426, 2003.

BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; HOWARD, A. The critical power function is dependent on the duration of predictive exercise tests chosen. **Int J Sports Med**, v.19, p.125-129, 1998.

CASTAGNA, C.; MANZI, V.; IMPELLIZZERI, F.; CHAOUACHI, A.; BEN, ABDELKRIM N.; DITROILO, M. Validity of an on-court lactate threshold test in young basketball players. **J Strength Cond Res**. v.24(9), p.2434-2439, 2010.

COEN, B.; URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Individual anaerobic threshold: methodological aspects of its assessment in running. **Int J Sports Med**.v.22(1), p.8-16, 2001.

CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A.E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Med**. v.88(4), p. 297-316, 2008.

DEKERLE, J.; PELAYO, P.; CLIPET, B.; DEPRETZ, S.; LEFEVRE, T.; SIDNEY, M. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. **Int J Sports Med.** v.26(7), p.524-30, 2005.

ENGEL, P.C.; JONES, J.B. Causes and elimination of erratic blanks in enzymatic metabolite assays involving the use of NAD<sup>+</sup> in alkaline hydrazine buffers: improved conditions for the assay of Lglutamate, L-lactate, and other metabolites. **Anal. Biochem.** v.88, p.475-484, 1978.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J.A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L.A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **J Strength Cond Res.** v.15(1), p.109-115, 2001.

FUKUDA, D.H.; SMITH, A.E.; KENDALL, K.L.; CRAMER, J.T.; STOUT, J.R.; The Determination of Critical Rest Interval from the Intermittent Critical Velocity Test in Club-Level Collegiate Hockey and Rugby Players. **J Strength Cond Res.** (in press).

GARCÍA-PALLARÉS, J.; IZQUIERDO, M. Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. **Sports Med.** v.41(4), p.329-343, 2011.

HUGHSON, R.L.; OROK, C.J.; STAUDT, L.E. A high velocity treadmill running test to assess endurance running potential. **Int J Sports Med.** v.5(1), p.23-25, 1984.

IAIA, F.M.; BANGSBO, J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. **Scand J Med Sci Sports.** v.20(suppl 2) p.11-2, 2010.

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, 2010.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **Eur J Appl Physiol**, v.42, p.25-34, 1979.

MACINTOSH, B.R.; ESAU, S.; SVEDAHL, K. The lactate minimum test for cycling: estimation of the maximal lactate steady state. **Can J Appl Physiol**. v.27(3), p. 232-249, 2002.

MANCHADO-GOBATTO, F.B.; VIEIRA, N.A.; TEREZANI, D.; SCHIMDT, A.; CESAR, M.C.; PELLEGRINOTTI, I.L. Critical velocity and anaerobic work capacity of slalom kayak athletes: effects of 8-weeks of specific training. **Book of Abstracts of the 15th Annual Congress of European College of Sport Science – ECSS**, p.376 – 376, 2010.

MICHAEL, J. S.; SMITH, R.; ROONEY, K. B. Determinants of kayak paddling performance. **Sports Biomech**. v. 8(2), p. 167-179, 2009.

MONOD, H.; SCHERER, J. **The work capacity of a synergic muscular group**. **Ergonomics** v.8, p.329-38, 1965.

NAKAMURA, F.Y.; BORGES, T.O.; VOLTARELLI, F.A.; GOBBO, L.A.; KOSLOWISKI, A.A.; PEREIRA, P.C.F.; KOKUBUN, E. The inclusion of the term aerobic inertia into the model of critical velocity applied to canoeing. **Rev da Educação Física/UEM**. v.16(1), p.13-19, 2005.

NIBALI, M.; HOPKINS, W.G.; DRINKWATER, E.; Variability and predictability of elite competitive slalom canoe-kayak performance. **Eur J Sports Sci**. v.11(2), p.125-130, 2011.

PRINGLE, J. S. M.; JONES, A. M. Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. **Eur J Appl Physiol**, v.88, p.214-26, 2002.



SANTHIAGO, V.; DA SILVA, A.S.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C.A. Effects of 14-week swimming training program on the psychological, hormonal, and physiological parameters of elite women athletes. **J Strength Cond Res.** 25(3), p. 825-32, 2011.

SILVA, A.S.; SANTHIAGO, V.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C.A. Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. **Int J Lab Hematol.** 30(2), p. 158-66, 2008.

SHEPHARD, R.J. Science and medicine of canoeing and kayaking. **Sports Medicine,** Auckland, v.4, n.1, p.19-33, 1987.

SMITH, A.E.; KENDALL, K.L.; FUKUDA, D.H.; CRAMER, J.T.; STOUT, J.R. Determination of aerobic and anaerobic performance: a methodological consideration. **Physiol Meas.** v.32(4), p.423-31, 2011.

TOUBEKIS, A.G.; TSAMI, A.P.; SMILIOS, I.G.; DOUDA, H.T.; TOKMAKIDIS, S.P. Training-Induced Changes on Blood Lactate Profile and Critical Velocity in Young Swimmers. **J Strength Cond Res** (in press)

VIEIRA, N.A.; TEREZANI, D.; SCHIMDT, A.; CESAR, M.C.; PELLEGRINOTTI, I.L.; MANCHADO-GOBATTO, F.B. Simulation race on slalom kayak: time of course, number of strokes and blood lactate concentration. **Book of Abstracts of the 15th Annual Congress of ECSS,** p.372 – 372, 2010.

ZAGATTO, A. M.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. **Journal of Sports Science and Medicine,** v.7, p.54-59, 2008

ZAMPARO, P.; TOMADINI, S.; DIDONÈ, F.; GRAZZINA, F.; REJC, E.; CAPELLI, C. Bioenergetics of a slalom kayak (k1) competition. **Int J Sports Med.** v.27(7), p. 546-542, 2006.

ARTIGO 3:

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, TÉCNICAS E DE PERFORMANCE EM 22 DUAS  
SEMANAS DE TREINAMENTO COM CARGAS MONITORADAS NA CANOAGEM  
*SLALOM.***

Esse artigo será submetido ao “International Journal of Sports Physiology and Performance”

## Resumo

Para a compreensão das adaptações advindas das cargas de treinamento, podem ser utilizados o monitoramento de respostas fisiológicas, técnicas e de *performance*. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi verificar a relação entre carga de treinamento, capacidades aeróbia/anaeróbia, ações técnicas e parâmetros de *performance* de canoístas *slalom* durante 22 semanas de treinamento com monitoramento de cargas. Foram avaliados seis atletas ( $17 \pm 2$  anos) de elevado rendimento na modalidade K1 da canoagem *slalom* (caracterizada por caiaque individual). Ao longo desse processo, foram realizadas avaliações em três momentos, sendo eles no início do programa (M0 ou linha de base), após 14 semanas (M1) e após 22 semanas de treinamento (M2). Em todos os momentos de avaliação foram realizados testes específicos e não invasivos para determinação das capacidades aeróbia e anaeróbia, bem como provas simuladas da modalidade com mensuração de respostas fisiológicas (lactato sanguíneo e frequência cardíaca) e captura de imagem para posterior análise de atividades técnicas e de *performance* obtidas na competição. Ao longo das 22 semanas de treinamento específico, foi realizado o monitoramento das cargas individuais diárias de treinamento ao final de cada sessão. Foram testadas a normalidade e homogeneidade dos dados (Shapiro Wilk e Levene), a diferenças entre as capacidades aeróbia e anaeróbia, parâmetros técnicos, fisiológicos e de *performance* (Teste t-Student pareado), bem como as correlações entre os momentos (Correlação de Pearson) ( $p \leq 0,05$ ). Com relação aos parâmetros das provas simuladas que possam definir uma competição, foram obtidas diferenças no tempo de execução de prova e distância percorrida, bem como no número total de remadas. A variável capacidade aeróbia ( $V_{crit}$ ) não apresentou alterações significativas durante as 22 semanas de treinamento específico; já a capacidade anaeróbia (CRA) apresentou uma queda significativa em M1, mas em M2 reestabeleceu os valores iniciais. A frequência cardíaca apresentou a mesma dinâmica durante os momentos analisados, mas o lactato sanguíneo foi superior no M1, o que pode ser justificado pela maior distância percorrida nas provas simuladas e consequente elevação do tempo de execução nesse momento. As variáveis lactacidêmicas e de FC apontam uma alta intensidade nas provas simuladas propostas. A partir dos dados encontrados é possível concluir que, apesar de terem acontecido mudanças nas dinâmicas da carga total de treinamento, carga média de treinamento, intensidade e volume, essas mudanças não foram suficientes para refletir em alterações nas variáveis estudadas.

**Palavras-chave:** Monitoramento do Treinamento, Avaliações Fisiológicas, Canoagem *Slalom*

## Abstract

To understand the adaptations that have derived from the training loads, one can make use of monitoring physiological, technical and performance responses. Having that in mind, the goal of the present study was to check the relation among training load, aerobic/anaerobic capacities, technical actions and performance parameters of slalom kayak athletes during 22 weeks of training with monitored loads. Six high performance athletes were evaluated ( $17\pm 2$  years) in the K1 slalom class (individual kayaks). During this process, three different evaluations were conducted at different moments, being them at the start of the program (M0 or base line), after 14 weeks (M1) and after 22 weeks of training (M2). During any given period of the evaluation, specific and non invasive tests were done to determine both aerobic and anaerobic capacities, as well as K1 race simulations with monitored physiological responses (blood lactate and heart rate) and the capture of images for further analysis of the technical and performance activities resulting from the competition. During the 22 weeks, training loads were monitored on a daily basis after each training session. Data normality and homogeneity tests (Shapiro Wilk and Levene) were conducted, showing differences among aerobic/anaerobic capacities, technical, physiological and performance parameters (paired t-student test), as well as correlations between two different moments (Pearson correlation) ( $p\leq 0.05$ ). Regarding the simulated race parameters that may decide a competition, differences have been obtained as for runtime, distances travelled as well as the total number of paddling. The variable aerobic capacity (CV) plunged significantly during M1, but got back to its original levels during M2. Heart rates followed the same pattern during the analysed moments, but blood lactate levels were higher during M1, which may be justified by the greater distances travelled in the simulated races, therefore leading to an increase of the execution time. Lactacidemia and heart rate (HR) variables point to a high anxiety scenario during the simulated races. From the data collected it is possible to conclude that, despite the significant changes in the dynamics of the training loads, average training loads, intensity and volume, these changes were not sufficient to alter the variables studied.

**Key-words:** Training Monitoring, Physiological Evaluations, Slalom Kayak

## Introdução

O principal objetivo de técnicos e atletas em qualquer modalidade esportiva é vencer ou alcançar a melhor marca pessoal durante um período, preferivelmente em competição alvo. Entretanto, são relativamente reduzidas as pesquisas delineadas para quantificação de programas de treinamento e seus efeitos sobre as adaptações fisiológicas e *performance*. Encontrar o treinamento ideal, primeiramente é necessário entender o que o atleta está realmente realizando e em seguida, se os atletas estão se adaptando de forma positiva aos níveis de esforço, podendo esse treino ser modificado para otimizar as respostas em um determinado tempo (BORRESEN, LAMBERT, 2009)

A canoagem *slalom* é uma modalidade intermitente realizada em curso de água com diferentes graus de dificuldade (SHEPARD, 1987), cujo principal objetivo do atleta é percorrer a distância imposta em menor tempo possível e sem a execução de faltas (MICHAEL et al, 2009). Em provas oficiais, a duração do percurso está compreendida entre 90 e 120s (NIBALI et al, 2011) e, apesar da curta duração, os metabolismos anaeróbios e aeróbio são extremamente presentes durante as provas e treinamentos gerais e específicos na modalidade. Os metabolismos aneróbios alático e lático sustentam a produção energética em exercícios com maior produção de potência e alta intensidade continuamente (IAIA, RAPININI, BANGSBO, 2009), já o metabolismo aeróbio possibilita a sustentação de exercícios intensos por mais tempo, quando mesclados por períodos de recuperação do atleta, ocorrendo de modo mais eficiente (IAIA, RAPININI, BANGSBO, 2009).

Um dos princípios do treinamento refere-se a relação entre o estímulo (dose) e a resposta gerada por esse processo, no qual as adaptações geradas são chamadas resposta e o estresse fisiológico associado com a carga de treinamento é nominado dose (BORRESEN, LAMBERT, 2009). Se, por um lado, o processo de avaliação das respostas geradas pelo treinamento é bastante tranquilo, o mesmo não pode ser atribuído à detecção da carga de treinamento imposta à atletas (LAMBERT, BORRESEN, 2009), especialmente em modalidades intermitentes.

Para buscar entender as adaptações ao treinamento sofridas pelos desportistas a partir da dose aplicada, sendo essa entendida como a carga de treinamento, o monitoramento fisiológico é apontado como uma ferramenta objetiva e importante no controle, assim como para possíveis adequações na preparação física, devem ser efetuadas avaliações objetivas

das distintas capacidades físicas relacionadas à modalidade esportiva, possibilitando o entendimento dos sistemas funcionais do organismo (PLATONOV, BULATOVA, 2001).

Na tentativa de detectar a dose de treinamento imposta a atletas, o monitoramento das cargas de treinamento, apesar das dificuldades e carência científica, é fundamental. Diversos são os métodos que podem ser adotados para esse diagnóstico (MORTON et al, 1990; BANISTER et al., 1991; FOSTER, 1998; FOSTER et al., 2001; HERMAN et al, 2006; BORRESEN, LAMBERT, 2008). Por meio desse processo, acompanha-se de forma precisa os ganhos de desempenho em respostas às cargas de treinamento aplicadas. Relacionando o monitoramento das cargas aos resultados obtidos por testes físicos e desempenho, há a possibilidade de melhor compreensão do treinamento e, conseqüentemente, propostas de intervenção passíveis de resultarem no aumento do desempenho competitivo.

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi verificar a relação entre carga de treinamento, capacidades aeróbia/anaeróbia, parâmetros de *performance* ações técnicas de canoístas *slalom* durante 22 semanas de treinamento com monitoramento de cargas.

## **Materiais e Métodos**

Seis atletas de elevado rendimento na canoagem *slalom*, pertencentes à modalidade K1 (caracterizada como caique individual masculino, idade  $17\pm 2$  anos, peso  $68\pm 5$ kg e  $175\pm 6$ cm) foram submetidos a 22 semanas de treinamento monitorado.

Os atletas participavam regularmente de competições em nível nacional e internacional, sendo cinco classificados entre as oito primeiras colocações no ranking Nacional, segundo a Confederação Brasileira de Canoagem, e três indicados para integrarem a equipe Brasileira de canoagem *slalom* no próximo ano.

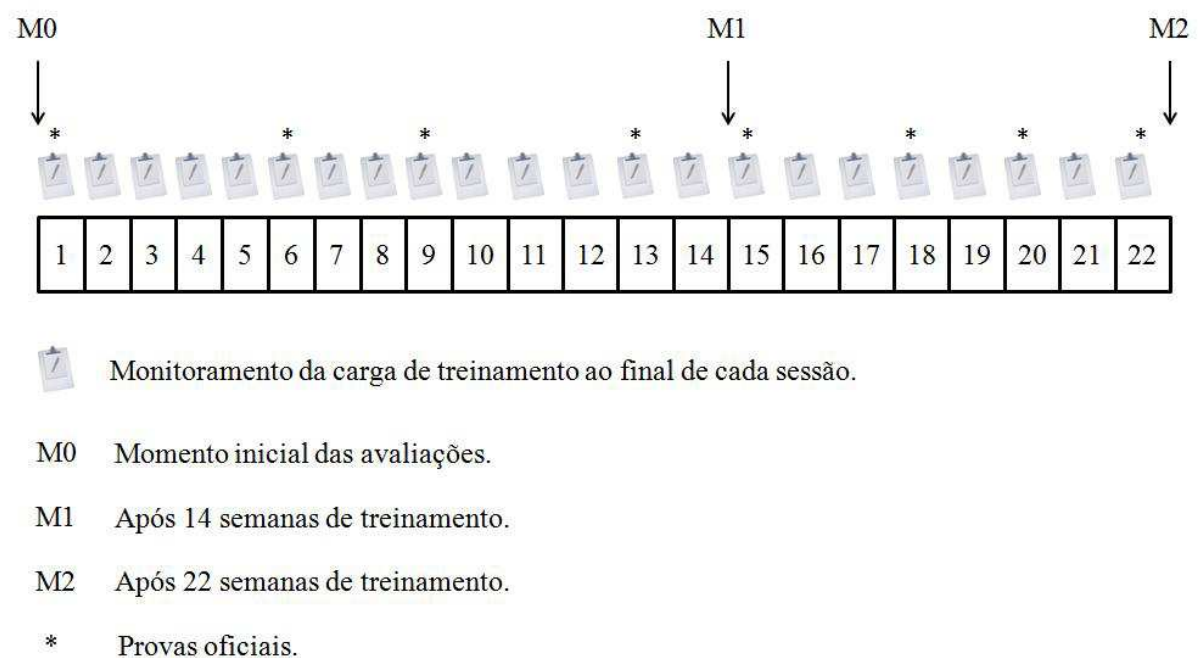
Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos, exigências, riscos e benefícios antes de assinarem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O procedimento experimental foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição em que o estudo foi desenvolvido (Processo n° 05/10).

## **Desenho Experimental**

O presente estudo foi desenvolvido de acordo com o calendário semestral de uma equipe de canoagem *slalom*, participante de competições em nível nacional e internacional, com duração de 22 semanas.

Foi realizada primeiramente uma avaliação diagnóstica (M0) e, para posteriores comparações foi realizada a avaliação somativa após 14 semanas (M1) e após 22 semanas (M2). Em todos os momentos de avaliação foram realizadas provas simuladas modalidade com registros de imagem para posterior análise de atividades técnicas obtidas na competição, bem como teste de determinação das capacidades aeróbia e anaeróbia por método não invasivo, bem com e também foram mensuradas respostas fisiológicas antes, durante e após as provas e durante as 22 semanas de treinamento foi realizado o monitoramento da carga de treinamento ao final de cada sessão.

A figura 3.1 apresenta desenho experimental adotado no presente estudo.



**Figura 3.1.** Semanas de treinamento, momentos de avaliações e monitoramento do treinamento ao final de cada sessão.

### Monitoramento do Treinamento

Para quantificação da carga de treinamento ao final de cada sessão de treino foi apresentada aos atletas a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) anotado o tempo total de treino (FOSTER, 1998). Ressaltando que essa escala possui escores de esforço que são iniciados no 0 (esse definido com repouso) e finalizado no 10 (apontado como máximo)

Com os dados diários de intensidade obtida pela PSE e volume de treinamento detectado pela duração total das sessões, foi possível determinar a carga diária (PSE x duração da sessão diária), a carga semanal total ( $\Sigma$  carga diária), a carga semanal média ( $= \Sigma$  carga

diária /  $\Sigma$  dias de treinamento), a monotonia (carga semanal média / desvio padrão das cargas diárias) e o Strain (monotonia x carga semanal total)

### **Avaliações realizadas em três momentos ao longo do processo de treinamento**

#### **Determinação das capacidades aeróbia (Vcrit) e anaeróbia (CRA) em lagoa**

Para obtenção da Vcrit e CRA, os atletas foram submetidos a quatro execuções máximas de remada nas distâncias equivalentes a 150, 300, 400, 600m, em uma lagoa na qual habitualmente realizam sessões de treinamento. Os testes máximos foram efetuados em dois dias, de maneira aleatória, com intervalo mínimo de 1 hora entre cada esforço. Foram registrados os tempos obtidos para cada uma das distâncias solicitadas.

Para determinação das condições aeróbia (Vcrit) e anaeróbia (CRA), foi plotado um gráfico individual contendo os valores de distância no eixo das ordenadas e tempo, no eixo das abscissas. O modelo matemático adotado para o ajuste dos dados foi o linear 'distância vs Tempo', no qual a Vcrit e a CRA equivalem, respectivamente, aos coeficientes angular e linear da regressão. Os resultados de  $R^2$  para as regressões foram considerados para verificar a exequibilidade do procedimento matemático adotado.

#### **Provas simuladas de canoagem *slalom***

Durante o programa de treinamento monitorado, algumas provas simuladas foram executadas a fim de auxiliar no controle do desempenho do atleta e analisar a evolução do rendimento específico na modalidade. Essas simulações ocorreram em mesmas semanas nas quais, de acordo com a comissão técnica da equipe, seriam efetuadas alterações nas etapas do treinamento desportivo.

Em cada simulação de prova, atletas foram submetidos à realização de descidas em rio, remando a favor e contra a corrente, de acordo com a pista imposta.

Para tentar manter a simulação de prova mais fidedigna com a competição, foi mantida a mesma seqüência de atletas que é efetuada nas provas oficiais. Para caracterização da simulação de prova, foram utilizados parâmetros fisiológicos, biomecânicos e de *performance*. Especificamente, foram observados os tempos de prova, frequência cardíaca, distância percorrida em cada pista, velocidade média de prova, concentrações de lactato sanguíneo de repouso e após prova e gestos motores efetuado.



### **Resultados de *Performance* em provas simuladas: tempo de execução, distância percorrida e velocidade média de prova**

O tempo necessário utilizado para completar cada distância exigida, é usado como critério definitivo de *performance* na canoagem *slalom* (MICHAEL, et al., 2009).

Sendo essa uma variável determinante, nos dois dias de simulação houve a determinação do tempo de execução (t) utilizando um cronômetro Cássio HS-30W-N1V e para análise técnica, uma câmera digital JVC, posicionada na lateral do rio, aproximadamente no trecho médio do trajeto possibilitando visualização total do percurso. Os equipamentos foram acionados após movimentação dos atletas em direção do percurso e finalizados, após passagem dos mesmos pela última porta definida previamente.

Um sistema global de posicionamento (GPS) da marca Polar (modelo G3) foi utilizado para quantificar a distância percorrida por cada atleta, bem como a trajetória realizada durante as provas simuladas.

A partir dos dados de distância (D) obtidos pelo GPS e o tempo de prova (t), foi possível estimar a velocidade média ( $V_m$ ) obtida para cada um dos dois percursos.

### **Execuções técnicas nas provas simuladas**

Após captura das imagens individuais por câmera digital JVC, dois avaliadores analisaram os vídeos utilizando recursos audiovisuais, efetuando a contagem de algumas variáveis quantitativas significantes para provas de canoagem *slalom*. As variáveis analisadas foram o número total de remadas ( $R_t$ ), interpretado como cada ciclo de entrada e saída do remo da água; remadas a favor da corrente ( $R_{fc}$ ), quando essas aconteciam acompanhando o fluxo do rio; remadas contra a corrente ( $R_{cc}$ ), definidas pela posição da proa do caiaque apontando a nascente do rio; ciclo de remadas completos ( $Cr$ ), caracterizado por cada ciclo, definido como a alternância direita/esquerda de remada) e por fim, remadas cruzadas ( $R_{cr}$ ), as quais aconteciam no momento em que o atleta utilizava duas ou mais vezes o mesmo membro superior para realizar a remadas subsequente.

Não foram efetuadas análises biomecânicas, qualitativas e da técnica adotada em cada remada específica, sendo efetuada apenas a análise quantitativa dos movimentos executados pelos canoístas.

## **Mensuração e análise das respostas fisiológicas em provas simuladas**

### **Frequência cardíaca**

Para o registro da frequência cardíaca durante as provas simuladas e recuperação, foi utilizado um cardiófrequencímetro (Polar, modelo RS800x) com os dados sendo armazenados a cada 5 s. Os registros obtidos foram transferidos para um microcomputador, com a utilização de uma interface específica da marca Polar.

Com base nos dados observados, foram determinados os valores referentes à FC mínima (FC<sub>min</sub>), FC média (FC<sub>med</sub>) e FC máxima (FC<sub>máx</sub>) no trajeto, observadas nas duas provas simuladas.

### **Amostras de Sangue e determinação das concentrações de lactato sanguíneo**

Amostras sanguíneas foram coletadas do lóbulo da orelha, nos tempos equivalentes ao repouso e após 1, 3, 5, 7 e 9 min das provas simuladas (recuperação). Com os dados lactacidêmicos foi possível identificar o valor do lactato pico ([Lac]<sub>pico</sub>), interpretado como o mais elevado valor dentre as amostras analisadas, bem como o tempo de ocorrência desse evento (t[Lac]<sub>pico</sub>).

Para análise das concentrações sanguíneas de lactato por método enzimático, as amostras, previamente armazenadas à temperatura equivalente a -30 °C, foram agitadas em agitador magnético e centrifugadas (3000 rpm). Foi extraída uma alíquota de 100µL de sobrenadante, depositada em tubo de ensaio, a qual foi adicionada a quantidade equivalente a 500µL de reagente. O homogenado foi novamente agitado e logo após, incubado por 20 minutos em banho à 37°C. A leitura da amostra foi efetuada em espectrofotômetro, em onda de 340nm.

### **Análise Estatística**

As análises foram realizadas com auxílio do pacote estatístico Statistica (Statistic 7.0, Statsoft, Tulsa, USA). Inicialmente foram efetuados testes de normalidade e homogeneidade dos dados (Shapiro-Wilk's e Levene's teste, respectivamente). Os parâmetros aeróbios e anaeróbios, técnicos e de performance obtidos nos diferentes momentos do programa de treinamento foram comparados por teste t-Student pareado. ANOVA one-way sucedida por teste de post-hoc Newman-Keuls, quando apropriado, foi adotado para diagnosticar as diferenças obtidas. O teste de correlação de Pearson foi usado para o estudo da correlação

entre as variáveis. Em todos os casos, o nível de significância foi pré-fixado em 5% e dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão da estimativa (EPM).

## Resultados

Os resultados serão apresentados nas Tabelas 3.1 e 3.2 com dados apresentados nos diferentes momentos além da apresentação dos  $\Delta 1$  (M1-M0),  $\Delta 2$  (M2-M1) e  $\Delta 3$  (M2-M0), bem como nas figuras 3.2 e 3.3.

Na Tabela 3.1 é possível observar resultados referentes aos dados aeróbio ( $V_{crit}$ ) e anaeróbio (CRA) obtidos por modelo não invasivo de velocidade crítica ('distância vs tempo')

Com relação à  $V_{crit}$  encontrada nos diferentes momentos não foram encontradas diferenças estatísticas, também não foram encontrados valores significativos de  $r$ . Os deltas de alteração entre os momentos foram baixos sendo que em percentual essas variações ficaram entre -1,11% e 1,15%.

A CRA (m) apresentou diferença estatística apenas entre M0 ( $67,2 \pm 1,8$ ) e M1 ( $60,7 \pm 2,1$ ). Apesar da diminuição de 9,70% apresentada entre o M0 e M1 esses resultados apresentaram correlações significantes de  $r=0,91$ .

**Tabela 3.1.** Resultados de capacidade anaeróbia, aeróbia, deltas e % de mudança para cada momento analisado.

	M 0	M 1	M 2	$\Delta\%M0-M1$	$\Delta\%M1-M2$	$\Delta\%M0-M2$
<b>Capacidades anaeróbia e aeróbia</b>						
$V_{crit}$ (km/h)	$6,75 \pm 0,11$	$6,80 \pm 0,47$	$6,71 \pm 0,00$	1,15	-1,11	-0,01
CRA (m)	$67,2 \pm 1,8$	$60,7 \pm 2,1^*$	$64,1 \pm 3,4$	-9,70	6,04	-4,12
$R^2$	0,99	0,99	0,98			

Resultados expressos em média  $\pm$  EPM.

\* Diferença entre Momento 1 ( $p \leq 0,05$ )

Na tabela 3.2 é possível observar resultados referentes aos parâmetros de *performance* (tempo de execução das provas, distância percorrida, velocidade média), e técnicos (número total de remadas, remadas a favor da corrente, remadas contra a corrente, ciclo de remadas e remadas cruzadas).

Foram observadas diferenças estatísticas entre todos os momentos no tempo de prova (s) sendo o M1 ( $137 \pm 8$  s) diferente tanto do M0 ( $104 \pm 4$  s) como do M2 ( $109 \pm 4$  s), porém as correlações encontradas são todas significativamente positivas, do primeiro para o segundo momento  $r=0,90$ , do segundo para o terceiro momento  $r=0,82$  e do primeiro para o segundo momento  $r=0,79$ . É possível observar ainda as variações percentuais entre os momentos sendo

que de M0 para M1 houve um aumento de 30,8% no tempo de prova, mas esse valor cai quando comparado M1 e M2 (18,1%).

Com relação às distâncias percorridas (m) encontradas o M1 ( $251 \pm 10$  m) difere-se estatisticamente do M0 ( $210 \pm 8$  m) e M2 ( $222 \pm 14$  m) apresentando alterações percentuais de 21,6% e 11,8 respectivamente, mas esses não foram diferentes entre si. Quando analisadas as correlações foi possível observar correlação apenas entre M1 e M2 ( $r=0,72$ ).

Características semelhantes foram encontradas nos parâmetros qualitativos de características técnicas como das remadas totais (n) onde M1 ( $137 \pm 8$ ) apresenta valores estatisticamente diferentes de M0 ( $104 \pm 4$ ), sendo essa variável sofreu um aumento de 30,8% entre M0 e M1, M2 ( $148 \pm 5$ ) apresenta também, diferença estatística de M0. Fortes correlações foram encontradas entre M0 e M1 ( $r=0,79$ ) e M0 e M2 ( $r=0,90$ ). A mesma dinâmica é encontrada no ciclo de remadas (n) M1 ( $71 \pm 4$ ) e M2 ( $67 \pm 2$ ) são estatisticamente diferentes de M0 ( $62 \pm 2$ ), apresentando também fortes correlações entre M0 e M1 ( $r=0,81$ ) e M0 e M2 ( $r=0,79$ ), sendo o aumento de M0 para M1 de 13,5% e de M0 para M2 de 8,7%.

Nas remadas a favor da corrente valor significativamente diferente foi encontrado entre M0 ( $124 \pm 5$ ) e M2 ( $133 \pm 4$ ). Por outro lado correlações significantes foram observadas entre M0 e M1 e entre M0 e M2, sendo que os valores de r foram 0,82 e 0,89 respectivamente. Já nas remadas contra a corrente, diferenças significantes foram observadas em M0 ( $13 \pm 1$ ) e M2 ( $14 \pm 1$ ) quando comparadas com M1 ( $24 \pm 4$ ). Houve um aumento de 86% dessa variável em M1 em seguida os valores voltam aos valores iniciais (-36% de M1 para M2)

Outras correlações abordadas foram entre  $V_m$  e  $V_{crit}$ , número total de remadas e distância percorrida, número total de remadas e tempo de prova. Observando primeiramente  $V_m$  e  $V_{crit}$  foi possível encontrar correlações positivas, mas não foram significantes entre os momentos (M1  $r=0,15$ , M2  $r=0,29$  e M3  $r=0,62$ ). Com relação ao número total de remadas e distância percorrida houve correlação entre as variáveis em M1 ( $r=0,77$ ) ou seja, quanto maior a distância maior número de execução de remada. Já para número total de remadas e tempo de prova correlações foram encontradas em M0 ( $r=0,76$ ) e M1 ( $r=0,90$ ).

**Tabela 3.2.** Resultados de performance, características técnicas, deltas e % de mudança para cada momento analisado.

	M 0	M 1	M 2	$\Delta\%$ M0-M1	$\Delta\%$ M1-M2	$\Delta\%$ M0-M2
<b>Resultados de Performance</b>						
Tempo de prova (s)	104±4	137±8*#	109±4*	30,8	-18,1	6,8
Distância percorrida (m)	210±8	251±1*#	222±1	21,6	-11,8	6,7
Velocidade média (km/h)	7,36±0,51	6,61±0,13	7,08±0,47	-7,1	8,1	-0,4
<b>Características Técnicas</b>						
Remadas totais (n)	137±5	155±10*	148±5*	13	-4	8
Remadas a favor da corrente (n)	124±5	131±7	133±4*	6	2	8
Remadas contra corrente (n)	13±1	24±4*#	14±1	86	-36	9
Ciclo de remadas (n)	62±2	71±4*	67±2*	13,5	-3,4	8,7
Remadas cruzadas (n)	13±2	14±3	13±1	20	-21	4

Resultados expressos em média ± EPM.

\* Diferença entre Momento 1 ( $p \leq 0,05$ )

# Diferença entre Momento 3 ( $p \leq 0,05$ )

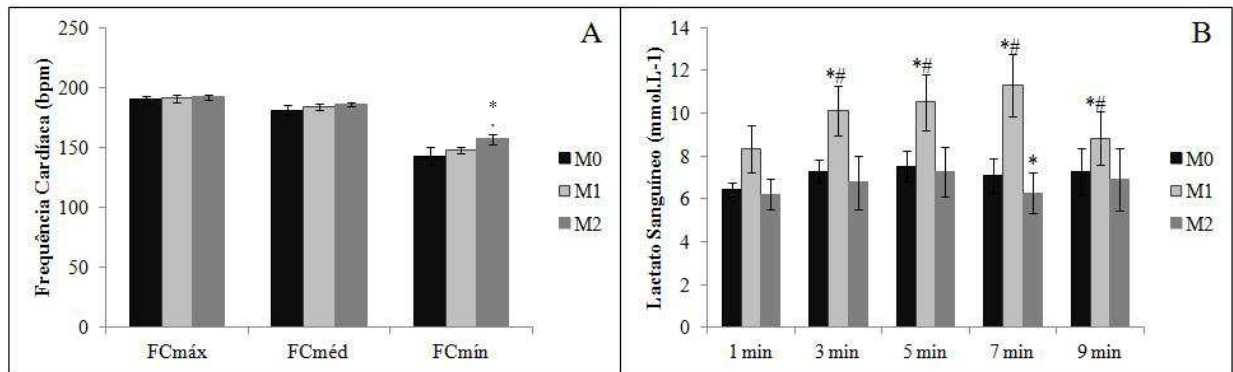
As respostas fisiológicas obtidas em provas simuladas de canoagem *slalom* são apresentadas na figura 3.2.

Com relação aos valores encontrados para a frequência cardíaca (Figura 3.2A) não foram obtidas correlações relevantes entre os valores máximos, médios e mínimos nos três momentos de avaliação, porém foi encontrada diferença estatística entre a frequência cardíaca mínima do M3 quando comparada com M1 ( $p=0,03$ ).

Observando a dinâmica de recuperação lactacidêmica (Figura 3.2B), foram observados valores elevados desse metabólito após as provas simuladas, variando entre 3,71 e 13,74 mmol.L<sup>-1</sup>, revelando a característica anaeróbia láctica da modalidade. Com relação aos intervalos avaliados, no minuto 3, M1 apresenta valor significativamente diferente de M0 e M2 a mesma dinâmica é encontrada nos minutos 5, 7 e 9. Ressaltando que o minuto 7 apresenta ainda diferença entre M0 e M1.

Quando observadas as correlação no 1º minuto da recuperação não foram encontradas correlações significantes. Já para os minutos 3º minuto e 7º minutos valores significantes entre M1 e M2 ( $r=0,74$  e  $0,75$ ) e entre M0 e M2 ( $r=0,89$  e  $0,96$  respectivamente), para o 5º correlações significantes foram encontradas entre todos os momentos, sendo que para M0 e M1  $r=0,74$ , M1 e M2  $r=0,82$  e para M0 e M2  $r=0,93$  e por fim, para o 9º minutos  $r=0,82$  entre M0 e M2.

Outras correlações interessantes abordadas no presente estudo foram entre Vm e as diferentes concentrações de lactato e ainda entre tempo de execução e a recuperação lactacidêmica, sendo possível relatar que em nenhuma dessas abordagens estudadas foi encontrado valores significativos, ou seja os parâmetros não indicam interferência um sobre o outro .



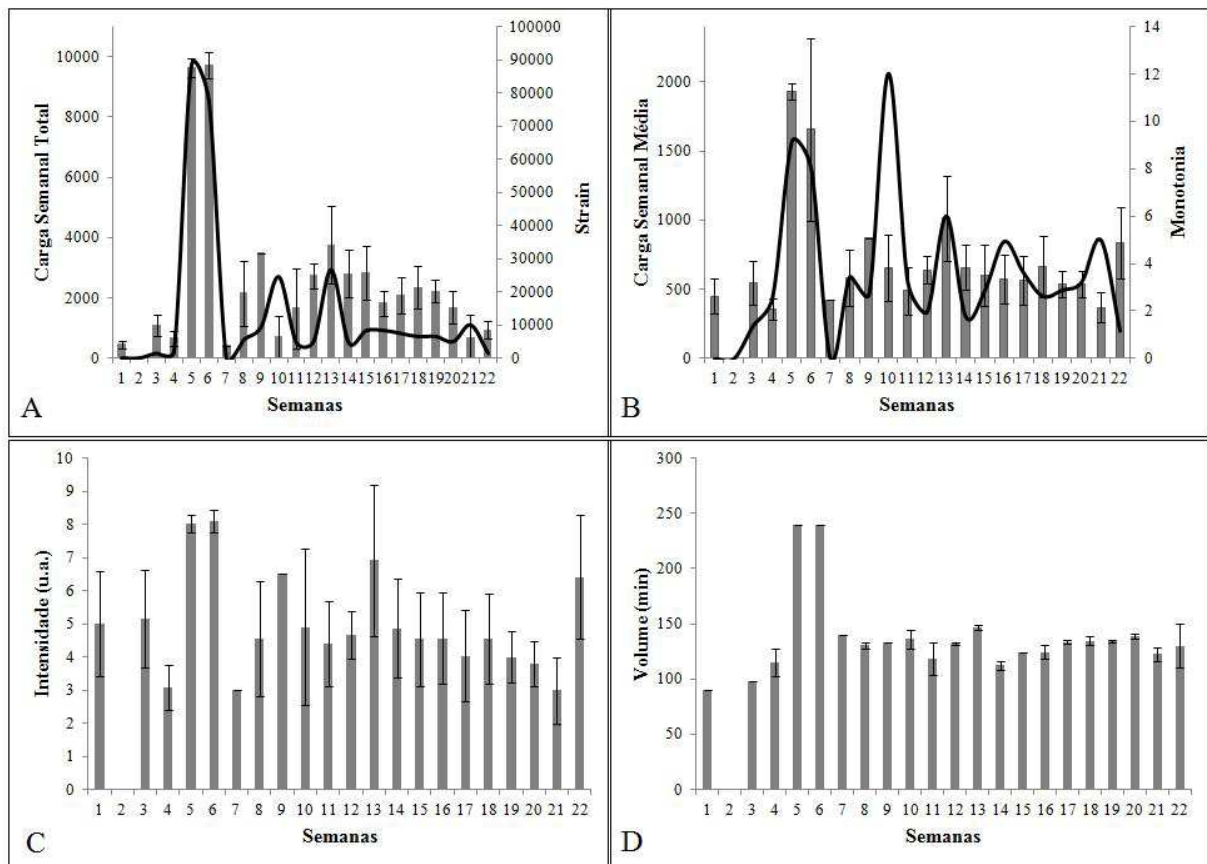
**Figura 3.2** A- Resultados de frequência cardíaca máxima (FCmáx), frequência média (FCméd) e mínima (FCmín), observadas nos diferentes momentos. B- Resultados lactacídemicos após as simulações de prova observadas nos diferentes momentos (minutos 1, 3, 5, 7 e 9).

\* Diferença entre Momento 1 ( $p \leq 0,05$ )

# Diferença entre Momento 3 ( $p \leq 0,05$ )

A característica do treinamento monitorado pode ser visualizada na figura 3, sabe-se que em uma periodização de treinamento o objetivo principal é a obtenção de variações ou manutenções planejadas das variáveis de treinamento. Para que isso ocorra às alterações nas dinâmicas de carga total de treinamento e carga média de treinamento bem como a diminuição de variáveis como o strain e a monotonia são necessárias.

Dessa forma variáveis como a intensidade e o volume são de suma importância, pois a partir delas é possível manipular as cargas de treinamento para que haja as variações ou manutenções desejadas durante a periodização do treinamento.



**Figura 3.3.** A- Resultados da carga semanal total e do strain encontrados durante as 22 semanas de monitoramento de treinamento. B- Resultados da carga semanal média e da monotonia encontrados durante as 22 semanas de monitoramento de treinamento. C- Dinâmica da intensidade de treinamento durante as 22 semanas de treinamento. D- Dinâmica do volume de treinamento durante as 22 semanas de treinamento.

## Discussão

Vários são os direcionamentos para a importância da carga de treinamento durante um programa estruturado objetivando melhorar a *performance* atlética dos desportistas e gerar alterações na performance ao longo do tempo (STONE et al., 1999; RHEA, ALDERMAN, 2004; APEL et al., 2011), além buscar a diminuição da fadiga dos desportistas (LAMBERT, BORRESEN, 2010).

É baseada no princípio de sobrecarga e na tentativa de maximizar o uso da relação estímulo / pausa por meio da manipulação do volume e intensidade facilitando assim, importantes adaptações neuromusculares (RHEA et al., 2002; PRESTES et al., 2009).

Nesse sentido, no que tange os efeitos do treinamento sobre as capacidades aeróbia e anaeróbia determinadas pelo teste de velocidade crítica (Tabela 1), o protocolo não foi sensível a intervenção aplicada apesar das alterações pronunciadas na carga volume e intensidade semanais ao longo das 22 semanas analisadas (Figura 3).

Mesmo direcionamento foi encontrado em estudo de Manchado-Gobatto e cols (2011) analisando equipe de canoagem *slalom* durante sete semanas, no qual também não foi encontrada diferença entre a  $V_{crit}$ , porém houve pouca alteração da dinâmica de carga e intensidade de treinamento.

Apesar de terem sido encontradas mudanças nas dinâmicas de carga, volume e intensidade de treinamento no presente estudo durante as 22 semanas monitoradas, elas podem não terem sido suficientes para gerar alteração no protocolo não-invasivo.

Alguns estudos relatam que para atletas de elevado rendimento, especialmente a intensidade precisa ser estimulada quando objetiva-se respostas adaptativas significantes (IAIA, BANGSBO, 2010; LAURSEN, 2010).

A carga total de treinamento seguiu a dinâmica da intensidade de treino aplicada, no entanto, a média da intensidade de M0 para M1 foi 4,9 u.a. e de M1 para M2 4,4 u.a sendo classificadas na PSE entre algo forte e forte o que não condiz com estudos recentes (IAIA, BANGSBO, 2010; LAURSEN, 2010; MUJKA, 2010) quando o intuito é promover mudanças adaptativas a intensidade tem que ser aplicada de forma mais expressiva, podendo então justificar a não alteração da  $V_{crit}$  durante período analisado.

Com relação aos valores de performance e características técnicas (Tabela 2) pode-se destacar que essa modalidade é realizada em curso de água que podem ser montados em diferentes graus de dificuldade além de ser influenciada por fatores extrínsecos e naturais, tais como profundidade da água, a magnitude das ondas, presença de percalços naturais e, por fim, pela velocidade do fluxo de água (SHEPHARD, 1987).

A partir desse pensamento foram encontradas diferenças entre a distância dos trajetos executados nos diferentes momentos sendo que em M1 o trajeto superou 250 m enquanto M0 e M1 mantiveram uma média de 210 e 222 m. Consequentemente, o tempo de execução da simulação nesse momento (M1) foi superior aos demais, sendo superior inclusive da margem de tempo de execução preconizada por Nibali e cols (2011) (de 90 a 120s).

Além da distância do trajeto, outra característica influenciadora do tempo de execução é a estratégia adotada por cada atleta já que diferentes formas de transpor as portas podem ser executadas conforme estudo de Hunter e cols (2008).

Essas estratégias são originadas também pelo número e pelo tipo de execuções técnicas realizadas pelos atletas. Quando analisadas as remadas por características dentro do modelo competitivo, os valores encontrados nas variáveis de número total de remadas,



número de remadas a favor da correnteza e ciclo de remadas apresentaram forte correlação entre M0 e M1 e M0 e M2. É possível especular que, dentre as estratégias adotadas por cada canoísta para transpor as “portas” demarcadas, prevaleça à utilização de dadas remadas (ex: remada cruzada) sem alterar a característica global quantitativa dessa atividade (remadas totais).

Não foram localizados na literatura, estudos que analisaram as frações referentes às remadas adotadas na presente investigação. Trabalhos envolvendo apenas características de remadas, por conta de sua própria natureza e linha de investigação, seguiram caminhos de análise biomecânica de modo qualitativo e não quantitativo, como é o caso do estudo de Michael e cols. (2009).

Hunter e cols (2007) definiram várias formas de interpretar as remadas, as remadas foram definidas como o período entre o remo dentro da água e o remo fora da água. Sendo que essas remadas seguiram duas vertentes uma “remada pura” (apenas uma fase de execução) e remada múltipla (várias fases de execuções). Para cada remada foi realizada descrições, sendo essas, sentido da remada, e como o barco comporta-se com dada remada.

Nesse sentido é possível que haja diferenças entre os atletas com relação as estratégias adotadas por cada um para transpor uma determinada porta. Podendo essa iniciativa diminuir ou aumentar o tempo de execução da prova, além do que o atleta deve realizar a ação da melhor forma possível para que não haja toque e com isso acréscimo de segundos no tempo de execução.

Porém, apesar das diferenças encontradas no tempo de execução e na distância percorrida as  $V_m$  de execução das simulações nos três diferentes momentos, não apresentaram modificações permanecendo estável durante as 22 semanas de treinamento monitorado.

A intensidade da modalidade, abordada primeiramente pela  $V_m$ , apresentou em duas situações valores superiores a  $V_{crit}$  (Tabela 1) intensidade essa subsidiada por respostas já consolidadas que buscam explicar as intensidades de exercícios como a FC (ACHTEN, JEUKENDRUP, 2003; BORRESEN, LAMBER, 2009; MUJIK, 2010; MICHAEL et al., 2010; LAMBERTS et al., 2010; CELINÈ et al., 2011) na execução da simulação, além dos valores encontrados de lactato (BORRESEN, LAMBER, 2009; SIMÕES et al., 2010; CASTAGNA et al., 2011; ) na recuperação pós as simulações de prova.

Os elevados valores de FC encontrados nas três provas simuladas da FC (máxima, média e mínima) sugerem ser essa que é uma modalidade dependente dos metabolismos anaeróbios alático e láctico para que possam sustentar uma alta intensidade continuamente (LAMBERTS et al., 2004).

Apesar de em M1 o valor de  $V_m$  encontrado ser menor do que a  $V_{crit}$ , foi possível observar que no mesmo período as concentrações sanguíneas de lactato foram significativamente superiores podendo ter sido influenciada pela distância percorrida na simulação.

### **Considerações Finais**

A partir dos dados encontrados é possível concluir que, apesar de terem acontecido mudanças nas dinâmicas da carga total de treinamento, carga média de treinamento, intensidade e volume, essas mudanças não foram suficientes para refletir em alterações significativas na  $V_{crit}$  e  $V_m$ . É possível que a  $V_{crit}$  não tenha sido sensível ao treinamento aplicado, pois é sabido que em modalidades de alto rendimento a intensidade de treinamento deve ser executada em condições extremas.

Já com relação às variáveis técnicas foi possível observar que são dependentes dos valores de distância percorrida, bem como do tempo de execução das provas simuladas. Nesse sentido, apesar de simulações serem realizadas no mesmo local, diferenças foram observadas na recuperação das concentrações de lactato, sendo essa variável aparentemente dependente do tempo de execução.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o suporte financeiro dos órgãos de fomento FAPESP (Proc. 2010/17134-1), CAPES e CNPq.

### **REFERÊNCIAS**

ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A.E. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med.* v.33, p.517-38, 2003.

APEL, J.M.; LACEY, R.M.; KELL, R.T. A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. **J Strength Cond Res.** 25(3): 694-703, 2011.

BANISTER, E.W.; MacDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A.; et al. Modeling elite athletic performance: physiological testing of the high-performance athletes. Campaign (IL): Human Kinetics Books, 403-425, 1991.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *IJSPP.* 3: 16-30, 2008.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. The quantification of training load, the training responses and the effect on performance. **Sports Med.** 39(9): 779-795, 2009.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.M.; CHAOUACHI, A.; BORDON, C.; MANZI, V. Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study. **J Strength Cond Res.** 25(1) 66-71, 2011.

CELINÈ, C.G.F.; MONNIER-BENOIT, P.; GROSLAMBERT, A.; TORDI, N., PERREY, S., ROUILLON, J.D. The perceived exertion to regulate a training program in young women. **J Strength Cond Res.** 25(1): 220-224, 2011.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med Sci Sports Exerc.** 30(7): 1164-1168, 1998.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J.A.; FRANKLIN, J. GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L.A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **J Strength Cond Res.** 15(1), 109-115, 2001.

HERMAN, L.; FOSTER, C.; MAHER, M.A.; et al. Validity and reliability of the session RPE method for monitoring exercise training intensity. **S Afr J Sports Med.** 18 (1): 14-17, 2006.

HUNTER, A.; COCHRANE, J.; SACHLIKIDIS, A. Canoe slalom—competition analysis reliability. **Sports Biomech**, v.6, p. 155-170, 2007.

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

IAIA, F.M.; RAMPININI, E.; BANGSBO, J. High-intensity training in football. **Int J Sports Physiol Perform**. 4: 291-306, 2009.

IAIA, F.M.; BANGSBO, J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. **Scand J Med Sci Sports**. v.20(suppl 2) p.11-2, 2010.

LAMBERT, M.I.; BORRESEN, J. Measuring training load in sports. **Int J Sports Physiol Perform**. 5: 406-411, 2010.

LAMBERTS, R.P.; LEMMINK, K.A.; DURANDT, J.J.; LAMBERT, M.I. Variation in heart rate during submaximal exercise: implications for monitoring training. **J Strength Cond Res**. 18: 641–645, 2004.

LAMBERTS, R.P.; SWART, J.; CAPOSTAGNO, B.; NOAKES, T.D.; LAMBERT, M.I. Heart rate recovery as a guide to monitor fatigue and predict change in performance parameters. **Scand J Med Sports**. v. 20, p. 449-457, 2010.

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, 2010.

MICHAEL, J.S.; SMITH, R.; ROONEY, K.B. Determinants of kayak paddling performance. **Sports Biomech**. 8(2): 167- 179, 2009.

MICHAEL, J.S.; SMITH, R.; ROONEY, K.B. Physiological responses to kayaking with a swivel seat. **Int J Sports Med**, v.31, p. 555-560, 2010.

MORTON, R.H.; FITZ-CLARKE, J.R.; BANISTER, E.W. Modeling human performance in running. **J Appl Physiol.** 69 (3), 1171-1177, 1990.

MUJIKKA, I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. **Scand J Med Sci Sports**, 20 (Suppl. 2), p. 24-31, 2010.

NIBALI, M.; HOPKINS, W.G.; DRINKWATER, E.; Variability and predictability of elite competitive slalom canoe-kayak performance. **Eur J Sports Sci.** 11(2): 125-130, 2011.

PLATONOV, V.N.; BULATOVA, M.M. **La preparación física.** Barcelona, Paidotribo, 2001.

PRESTES, J.; DE LIMA, C.; FROLLINI, A.B.; DONATTO, F.F.; CONTE, M. Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. **J Strength Cond Res.** 23: 266-274, 2009.

RHEA, M.R.; BALL, S.D.; PHILLIPS, W.T. BURKET, L.N. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. **J Strength Cond Res.** 16: 250-255, 2002.

RHEA, M.R.; ALDERMAN, B.L. A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. **Res Q Exerc Sport.** 75: 413-422, 2004.

SHEPHARD, R.J. Science and medicine of canoeing and kayaking. **Sports Medicine**, Auckland. 4(1): 19-33, 1987.

SIMÕES, R.P.; MENDES, R.G.; CASTELLO, V.; MACHADO, H.G.; ALMEIDA, L.B.; BALDISSERA, V.; CATAI, A.M.; ARENA, R.; BORGHI-SILVA, A. Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. **J Strength Cond Res.** 24(5): 1313-1320.

STONE, M.H.; O'BRYANT, H.S.; SCHILLING, B.K.; JOHNSON, R.L.; PIERCE, K.C.;  
HAFF, G.G. KOCH, A.J. Periodization: effects of manipulating volume and intensity. Part 1.  
**Strength Cond J.** 21: 56-62, 1999.

## 6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G.G.; PAPOTI, M.; MANCHADO, F.B.; MELLO, M.A.R.; GOBATTO, C.A. Protocols for hyperlactatemia induction in the lactate minimum test adapted to swimming rats. *Comparative Biochemistry and Physiology. A, Molecular & Integrative Physiology*, v.148, p.888 - 892, 2007.

ARAÚJO, G.G.; ARAÚJO, M.B.; D'ANGELO, R.A.; MANCHADO, F.B.; MOTA, C.S.A.; RIBEIRO, C.; MELLO, M.A.R. Máxima fase estável de lactato em ratos obesos de ambos os gêneros. *Rev Bras Med Esporte*, v.15(1), 2009.

BARBANTI, V.J. **Teoria e Prática do Treinamento Desportivo**. São Paulo: Edgard Blucher, 1996.

BENEKE, T. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. *Eur J Appl Physiol*. v.88, p.361-9, 2001

BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; HOWARD, A. The critical power function is dependent on the duration of predictive exercise tests chosen. *Int J Sports Med*, v.19, p.125-129, 1998.

BISHOP, D.; BONETTI, D.; DAWSON, B. The influence of pacing strategy on  $VO_2$  and supramaximal kayak performance. *Med Sci Sports Exerc* v. 34(6), p. 1041-1047, 2002.

BISHOP, D.; BONETTI, D.; SPENCER, M. The effect of an intermittent, high-intensity warm-up on supramaximal kayak ergometer performance. *J Sports Sci*. v. 21(1), p. 13-20, 2003.

BISHOP, D. The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. *Int J Sports Med*. v. 25(1), p. 68-72, 2004.

BLAZEVIICH, A.J.; GILL, N.D.; BRONKS, R.; NEWTON, R.U. Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35(12) p. 2013-2022, 2003.

BOMPA, T.O. **Periodization of Strength**. Veritas Publishing, Toronto, 1993.

BONDARCHUCK, A. About the development of form. **Legkaya Atletika**, n.1, 1991.

BORRESEN, J., LAMBET, M.I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Med.** 39(9), p. 779-795, 2009.

BORG, G. Borg's Perceived exertion and pain scales. Champaign, IL, **Human Kinetics**, 1998.

BORIN, J. P.; MOURA, N.A. Avaliação e controle do treinamento: limitações e possibilidades na preparação desportiva. **XIV Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte**, Porto Alegre, 2005.

BURGOMASTER, K.A.; HUGHES, S.C.; HEIGENHAUSER, G.J.F.; BRADWELL, S.N.; GIBALA, M.J. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. **Journal Applied Physiology**, n. 98, p.1985-1990, 2005.

CBCa - CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE CANOAGEM. Site oficial de CBCa. Disponível em <[www.cbca.org.br](http://www.cbca.org.br)>. Acesso em: 13 jan. 2010.

CONTARTEZE, R.V.L.; MANCHADO, F.B.; GOBATTO, C.A.; MELLO, M.A.R. Biomarcadores de estresse em ratos exercitados por natação em intensidades igual e superior à máxima fase estável de lactato. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. , v.13, p.169 - 174, 2007.

CONTARTEZE, R.V.L.; MANCHADO, F.B.; GOBATTO, C.A.; MELLO, M.A.R. Stress



biomarkers in rats submitted to swimming and treadmill running exercises. *Comparative Biochemistry and Physiology. A, Molecular & Integrative Physiology.* , v.151, p. 415-422, 2008.

D'ANGELO, R.A. Predição da intensidade de corrida em máxima fase estável de lactato a partir da velocidade crítica em atletas fundistas de alto rendimento. Relações com performances. **Dissertação de Mestrado.** Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, 2008.

Di SALVO, V.; GREGSON, W.; ATKINSON, G.; TORDOFF, P.; DRUST, B. Analysis of high intensity activity in premier league soccer. **Int J Sports Med.** v.30, p.205-212, 2009.

DUPONT, G.; AKAKPO, K.; BERTHOIN, S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. **J Strength Cond Res.** v.18, p. 584-589, 2004.

ENDICOTT, W.T. Strength and conditioning for canoeing and kayaking. **National Strength and Conditioning Journal**, Colorado Springs, v.10(4), p.36-7, 1988.

FERREIRA, H.R., FERNANDES FILHO, J., Predominância do tipo de fibra muscular e sua relação com a capacidade aeróbia da seleção brasileira de canoagem slalom. [http://cbca.org.br/biblioteca/arquivos/biblioteca\\_Comparacao\\_VO2\\_x\\_Tipologia\\_de\\_Fibra\\_Canoagem\\_2006\\_heros\\_ferreira.pdf](http://cbca.org.br/biblioteca/arquivos/biblioteca_Comparacao_VO2_x_Tipologia_de_Fibra_Canoagem_2006_heros_ferreira.pdf), 2006.

FILIN V. **Desporto Juvenil:** teoria e metodologia. Londrina: CID, 1996.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med Sci Sports Exerc.** v.30, p. 1164-1168, 1998.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J.A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L.A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **J Strength Cond Res.** 15(1), 109-115, 2001.

GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exerc Sports Sci Rev**, v.24, p.35-70, 1996.

GARCÍA-PALLARÉS, J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; PÉREZ, C. E.; IZQUIERDO-GABARREN, M.; IZQUIERDO, M. Physiological effects of tapering and detraining in world-class kayakers. **Med Sci Sports Exerc**. 2009.

GASKILL, S.E.; RUBY, B.C.; WALKER, A.J.; SANCHEZ, O.A.; SEREFASS, R.C.; LEON, A.S. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Med Sci Sports Exerc**, v.33, p.1841-1848, 2001.

GOBATTO, C.A.; MELLO, M.A.R.; SIBUYA, C.Y.; AZEVEDO, J.R.M.; SANTOS, L.A.; KOKUBUN, E. Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise. **Comp Biochem Physiol**, v.130, p.21-7, 2001.

GOMES, A.C. **Treinamento Desportivo: Estrutura e Periodização**; Porto Alegre, Ed. Artemed, 2002.

GRAY, G. L.; MATHESON, G.O.; MCKENZIE, D.C. The metabolic cost of two kayaking techniques. **Int J Sports Med**. v. 16(4), p. 250-254, 1995.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜCKE, S.; MÜLLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4-mmol/L lactate threshold. **Int J Sports Med**, v.6, p.117-30, 1985.

HILL, D.W. The critical power concept. **Int J Sports Med**, v.16, p. 237-254, 1993.

HILL, D.W.; SMITH, J.C. A method to ensure the accuracy of estimates of anaerobic capacity derived using the critical power concept. **J Sports Med Phys Fitness**, v.34, p.23-37, 1994.

HILL, D.; POOLE, D.; SMITH, J. The relationship between power and the time to achieve  $VO_{2\text{máx}}$ . **Med Sci Sports Exerc**, v.34(4), p.709-714, 2002.

HOLLMANN, W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1996. **J Sports Med Phys Fitness**, v.6, p.109-116, 1985.

HUNTER, A.; COCHRANE, J.; SACHLIKIDIS, A. Canoe slalom—competition analysis reliability. **Sports Biomech**, v. 6(2), p. 155-170, 2007.

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

HUNTER, A. Canoe slalom boat trajectory while negotiating an upstream gate. **Sports Biomech**, v. 8(2), p. 105-113, 2009.

IAIA, F.M.; PEREZ-GOMEZ, J.; NORDBORG, N.; BANGSBO, J. Effect of previous exhaustive exercise on metabolism and fatigue development during intense exercise in humans. **Scand J Med Sci Sports**, v.20, p. 619-629, 2010.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br J Nutr**, v.40, p.497-504, 1978.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. The y-intercept of critical power function as a measure of anaerobic work capacity. **Ergonomics**, v.34, p.13-22, 1991.

JONES, A. M.; DOUSTY, J. H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state and physiological correlates to 8Km running performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.30, p.1304-1313, 1998.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **Eur J Appl Physiol**, v.42, p.25-34, 1979.

KOKUBUN, E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. **Rev Paulista Educação Física**, v.10, p.5-20, 1996.

LEITE, G.S.; GEBRIN, M.N.; BORIN, J.P.; PADOVANI, C.R.P.; PADOVANI, C.R. Avaliação e controle do treinamento: estudo a partir do salto vertical e arremesso de medicine-ball em basquetebolistas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, p.58, 2005.

LEITE, G.S. Efeito da carga de treinamento a partir da percepção subjetiva de esforço nas adaptações neuromusculares em diferentes períodos do macrociclo em basquetebolistas. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Metodista de Piracicaba, 2007.

LIOW, D.K.; HOPKINS, W.G. Velocity specificity of weight training for kayak sprint performance. **Med Sci Sports Exerc**. v. 35(7), p. 1232-1237, 2003.

MANCHADO, F.B. Validação de procedimento submáximo para a determinação dos parâmetros do modelo de potência crítica. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, 2004.

MANCHADO, F.B.; GOBATTO, C.A.; CONTARTEZE, R.V.L.; PAPOTI, M.; MELLO, M.A.R. Maximal lactate steady state in running rats. **J Exerc Physiol online**, v.8, p.29-35, 2005.

MANCHADO, F.B.; GOBATTO, C.A.; VOLTARELLI, F.A.; MELLO, M.A.R. Non-exhaustive test for aerobic capacity determination in swimming rats. **Appl Physiol Nutr Metab**, v.31, p.731-736, 2006.

MANCHADO-GOBATTO, F.B.; TEREZANI, D.; SCHIMDT, A.; CÉSAR, M.C.; PELLEGRINOTTI, I.L.; ANDRADE, V.C.; VIEIRA, N.A. Avaliações aeróbia e anaeróbia da canoagem *slalom* por teste não invasivo. **III Congresso de Ciência do Desporto**, Campinas, 2009.

MUJKA, I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. **Scand J Med Sci Sports**, 20 (Suppl. 2), p. 24-31, 2010.

NAKAMURA, F.Y.; BORGES, T.O.; BRUNETTO, A.F.; FRANCHINI, E. Correlação entre parâmetros do modelo de potência crítica no cicloergômetro de membros superiores e no caiaque. **R. Bras. Ci. E Mov.** 13(2), p. 41-48, 2008.

MARTIN, D.; CARL, K.; LEHNERTZ, K. **Manual de Teoria do Treinamento Esportivo**. Phorte, São Paulo, 2008.

MATSUSHIGUE, K.A.; FRANCHINI, E.; KISS, M.A.P.D. Potência e Capacidade Aeróbias, IN: KISS, M.A.P.D. **Esporte e Exercício: Avaliação e Prescrição**. São Paulo, Rocca, 2003.

MATVEEV, L.P. **Preparação Desportiva**. Londrina: Centro de Informações Desportivas, 1996.

MATVEEV, L.P. **Treino Desportivo: metodologia e planejamento**. Guarulhos: Phorte, 1997.

McLELLAN, T.M.; CHEUNG, K.S.Y. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and critical power. **Med Sci Sports Exerc**, v.24, p.543-550, 1992.

MELO, J.C.; ALTIMARI, L.R.; FONTES, E.B.; OKANO, E.A.; BORGES, T.O.; CYRINO, E.S. Determinação da velocidade crítica por duas e três coordenadas na canoagem. **XI Encontro Anual de Iniciação Científica** - de 1 a 4/10/2002 - Maringá – PR, 2002.

MICHAEL, J.S.; SMITH, R.; ROONEY, K.B. Determinants of kayak paddling performance. **Sports Biomech.** v. 8(2), p. 167-179, 2009.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **J Sports Sci**, v.21, p.519-528, 2003.

MONOD, H.; SCHERER J. **The work capacity of a synergic muscular group.** *Ergonomics* v.8, p.329-38, 1965.

MOREIRA, A. et al. A dinâmica de alteração das medidas de força e o efeito posterior duradouro de treinamento em basquetebolistas submetidos ao sistema de treinamento em bloco. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.10(4), p.243-250, 2004.

MURRAY, D.P.; BERA, S.G.; BROWN, L.E.; FINDLEY, B.W. Avaliação da força. IN: BROWN, L.E. **Treinamento de força.** Barueri, Manole, 2008.

PAPOTI, M.; ZAGATTO, A.M.; MENDES, O.C.; GOBATTO, C.A. Utilização de métodos invasivo e não invasivo na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 5 (7), p. 7–14, 2005.

PAPOTI, M.; VITÓRIO, R.; ARAÚJO, G.G.; MARTINS, L.E.B.; CUNHA, S.A.; GOBATTO, C.A. Força crítica em nado atado para avaliação da capacidade aeróbia e predição de performances em nado livre. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, 12(1), p.14-20, 2010.

PEREIRA, R.R.; ZAGATTO, A.M.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C.A. Validação de dois protocolos de teste para determinação do limiar anaeróbio em natação. **Motriz**, v.8, p.63-8, 2002.

PEREIRA, M.I.R., GOMES, P.S.C. Teste de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências. **Rev Bras Med Esporte**, v.9(5), p.325-335, 2003.

PLATONOV, V.N.; BULATOVA, M.M. **La preparación física.** Barcelona, Paidotribo, 2001.

PLATONOV, V.N. **Teoria geral do treinamento desportivo olimpico.** Porto Alegre, Artmed, 2004.

PRINGLE, J.S.M.; JONES, A.M. Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. **Eur J Appl Physiol**, v.88, p.214-26, 2002.

RAMPININI, E.; COUTSS, A.J.; CASTGNA, C.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F.M. Variation in top level soccer match performance. **Int J Sports Med**, v.28, p. 1018-1021, 2007.

SHEPHARD, R.J. Science and medicine of canoeing and kayaking. **Sports Medicine**, Auckland, v.4(1), p.19-33, 1987.

SIFF, M.; VERKHOSHANSKI, Y. **Supertraining**. University of the Witwatersrsand, Johannesburg,1998.

SILVA, A.S.R.; SANTOS, F.N.C.; SANTHIAGO, V.; GOBATTO, C.A. Comparação entre métodos invasivos e não invasivo de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais. **Rev Bras Med Esporte**. v.11(4), 2005.

SIMÃO R.; GIACOMINI, M.B.; DORNELLER, T.S.; MARRAMON, M.G.F.; VIVEIROS, L.E. Influência do aquecimento específico e da flexibilidade no teste de 1RM. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v.2, p.134-140, 2002.

SJÖDIN, B.; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. **Int J Sports Med**, v.2, p.23-6, 1981.

TESCH, P. A. Physiological characteristics of elite kayak paddlers. **Can J Appl Sport Sci**. v. 8(2), p. 87-91, 1983.

TRICOLI, V. BARBANTI, V. J. Avaliação da força motora. IN: KISS, M. A. P. D. **Esporte e Exercício: Avaliação e Prescrição**. São Paulo, Rocca, 2003.

VERKHOSANSKY, Y.V. **Força: treinamento da potência muscular**. Londrina: Centro de Informações Desportivas, 1996.

VERKHOSHANSKY, Y. **Teoría y metodología del entrenamiento deportivo**. Tradução de Gabriel Dols; Manuel Pombo. Barcelona: Paidotribo, 2002.

VOLTARELLI, F.A.; GOBATTO, C.A.; MELLO, M.A.R. Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test. **Braz J Med Biol Res**, v.35, p.1-6, 2002.

WAKAYOSHI, K.; ILKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANII, T.; MUTOH, Y. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **Eur J Appl Physiol**, v.64, p.153-157, 1992.

WALLMANN, H., An introduction to periodization training for the triathlete. **National Strength and Conditioning Association**, v.23(5), p. 55-61, 2001.

WASSERMAN, K.; McILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **Am J Cardiol**, v.14, p.844-852, 1964.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Manole, 1991.

WEINECK, J. **Treinamento Ideal**. São Paulo: Manole, 1999.

ZAGATTO, A.M.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C.A. Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.7, p. 54-59, 2008

ZAKHAROV, A.; GOMES, A.C. **Ciência do Treinamento Desportivo**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 2003.



ZAMPARO, P.; TOMADINI, S.; DIDONÈ, F.; GRAZZINA, F.; REJC, E.; CAPELLI, C.  
Bioenergetics of a slalom kayak (k1) competition. **Int J Sports Med.** v. 27(7) p. 546-542,  
2006.

## APÊNDICE A

### Apêndice A - Resumos publicados em anais de eventos científicos

**A.1. Resumo 1 (expandido):** Caracterização de uma simulação de prova na canoagem slalom. Anais do 8 Congresso de pós-graduação da UNIMEP, 2010.

**A.2. Resumo 2:** Simulation race on slalom kayak: time of course, number of strokes and blood lactate concentration. In: 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2010, Antalya. Book of Abstracts of the 15th annual congress of the european college of sport science, 2010. p. 371-371.

**A.3. Resumo 3:** Critical velocity and anaerobic work capacity of slalom kayak athletes: effects of 8-weeks of specific training. In: 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2010, Antalya. Book of Abstracts of the 15th annual congress of the european college of sport science, 2010. p. 376-376.

**A.4. Resumo 4:** Reprodutibilidade em dois dias de simulação de prova de canoagem slalom: análise da lactacidemia, frequência cardíaca e performance. In: 33o. Simpósio internacional de ciências do esporte, 2010, São Paulo. 33o. Simpósio internacional de ciências do esporte. "Boas práticas na fisiologia do exercício, esporte e atividade física", 2010. v. 18. p. 122-122.

**A.5. Resumo 5:** Performance parameters and blood lactate concentration at three simulated race on slalom kayak. II International Meeting in Exercise Physiology. IX Workshop em Fisiologia do Exercício da Ufscar. São Pedro, 2011.

**A.6. Resumo 6:** Onset of blood lactate accumulation in slalom kayaking. II International Meeting in Exercise Physiology. IX Workshop em Fisiologia do Exercício da Ufscar. São Pedro, 2011.

**A.7. Resumo 7:** Anaerobic threshold and critical velocity parameters in slalom kayak specific tests, before and after monitored training. In: 16th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2011, London. Book of Abstracts of the 16th annual congress of the european college of sport science, 2011. p. .

**A.8. Resumo 8:** Relationship among load training, aerobic/anaerobic parameters and performance during 22-weeks of slalom kayakers training. In: 16th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2011, London. Book of Abstracts of the 16th annual congress of the european college of sport science, 2011. p. .

**A.9. Resumo 9 (expandido):** Lactacidemia após provas simuladas de canoagem slalom é dependente da distância e duração do esforço em intensidades similares. Anais do 9º Congresso de pós-graduação da UNIMEP, 2011.

**A.10. Resumo 10 (expandido):** Aplicação de escala de percepção subjetiva de esforço na qualificação das cargas de treinamento em canoagem *slalom*. Anais do 19º Congresso de iniciação científica da UNIMEP, 2011.

**A.11. Resumo 11:** Efeitos do treinamento monitorado sobre a variabilidade fc de canoístas *slalom*. In: IV Congresso de Ciência do Desporto e III Simpósio Internacional de Ciência do Desporto, 2011, Campinas.

**RESUMO 1 (expandido)**

**CARACTERIZAÇÃO DE UMA SIMULAÇÃO DE PROVA NA CANOAGEM  
SLALOM**

Nathália Arnosti Vieira<sup>1</sup>, Denis Terezani<sup>2</sup>, Alan Schimdt<sup>2</sup>, Marcelo Castro César<sup>1</sup>, Ídico Luiz Pellegrinotti<sup>1</sup>, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba, Brasil.

<sup>2</sup>Comissão técnica da Associação de Canoagem de Piracicaba – ASCAPI, Piracicaba, Brasil.

## Anais do 8º Congresso de Pós-graduação da UNIMEP, 2010

### 1. INTRODUÇÃO

Dentre os diversos esportes que utilizam embarcações e são executadas em ambiente aquático é possível destacar a canoagem slalom; caracterizada por descidas de aproximadamente 100 segundos em rios com corredeiras, nas quais o atleta precisa contornar "portas" com exercícios de deslocamento à favor e contra corrente (MANCHADO-GOBATTO et al, 2009).

Na realização das provas oficiais, o atleta executa duas descidas que são cronometradas para a obtenção do tempo final, no qual são somadas também as penalizações que porventura ocorram durante o trajeto, mensuradas em valores de tempo, no caso, segundos. Cada toque na baliza, seja por alguma parte do corpo do atleta, remo ou embarcação, resulta em um acréscimo de 2 segundos, e no caso do atleta não efetuar a passagem por dentro da baliza ou realizá-la no sentido contrário (balizas verdes – a favor da correnteza; balizas vermelhas – contra a correnteza), soma-se 50 segundos em seu tempo final. A mesma forma de penalização se repete para a segunda descida oficial. A somatória do tempo das duas descidas e penalizações (caso ocorram) resulta no tempo que fornecerá a classificação final do atleta na competição (SHEPHARD, 1987; ENDICOTT, 1988; CBCa, 2010).

Essa modalidade esportiva exige extrema técnica na realização das tarefas sobre o caiaque e é dependente dos sistemas energéticos anaeróbio e aeróbio, especialmente por necessitar de aporte de energia de maneira rápida durante a prova e recuperação metabólica após os esforços. O desenvolvimento das capacidades força, coordenação, velocidade de movimentos acíclicos, velocidade de reação, equilíbrio e flexibilidade se faz necessário nesse esporte (FERREIRA et al, 2006), bem como modificações positivas no sistema cardiovascular, devido a utilização de elevadas intensidades de exercício durante as provas (ZAMPARO et al, 2006).

Assim, conhecer a modalidade e suas particularidades por meio da modelação competitiva torna-se fator primordial para a preparação dos desportistas (GOMES; SOUZA, 2008; PLATONOV, 2008). Neste sentido, Matveev (1997) aponta que cada modalidade apresenta sua modelação, termo utilizado como significado de aspectos quantitativos e qualitativos do desporto, representando de maneira ampla, diversos elementos físicos, técnicos, táticos e psicológicos referente ao momento competitivo.

A modelação competitiva atém-se ao que acontece com os desportistas durante a competição diante de todo o contexto da modalidade, seja ela de caráter físico, técnico, tático, cognitivo ou estratégico, englobando diversos ramos da ciência e áreas de atuação como a biomecânica, fisiologia, bioquímica, psicologia, medicina, entre outras. Em especial as de caráter físico retêm-se a intensidade das ações dentro do volume total, percentagem do volume ocorrido em intensidade máxima, duração, distância e número de ações motoras de alta intensidade, número de sprints, pausa entre as ações, duração das ações (REILLY, 2005; STOLEN et al., 2005; BANGSBO, 2006; DRUST; ATKINSON; REILLY, 2007) e as de caráter fisiológico, como frequência cardíaca, concentração de lactato (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003; STOLEN et al. 2004).

Nesse sentido, entender quais os aspectos quantitativos e qualitativos e a resposta do organismo perante as atividades realizadas durante a competição é de suma importância, pois auxilia na organização do treinamento, levando os atletas em dados momentos da periodização a priorizar alguns conteúdos de treinamento, objetivando assim, o alcance da meta pré-estabelecida.

## **2. OBJETIVOS**

Caracterizar uma a simulação de prova na canoagem slalom, quantificando eventos específicos dessa modalidade e suas relações com a concentração de lactato sanguíneo.

## **3. DESENVOLVIMENTO**

Foram analisados cinco atletas de elevado rendimento na canoagem slalom, todos do gênero masculino ( $17\pm 2$  anos), pertencentes a modalidade K1 (caiaque individual). O pesquisador responsável efetuou as explicações referentes ao projeto. A participação dos atletas foi condicionada a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unimep, protocolo 05/10.

### **Desenho Experimental**

Os atletas foram submetidos a uma simulação de prova, composta por duas descidas separadas por 30 minutos de intervalo. O percurso artificial foi composto 12 portas (4 delas à favor da corrente). As tentativas foram filmadas com uma câmera digital JVC e quantificou-se o tempo de descida, o número total de remadas, número de remada à favor da correnteza e contra-correnteza, após análise de vídeo. Coletou-se também, amostras de sangue ( $25\mu\text{L}$ ) do lóbulo da orelha após cada final de descida (1,3,5,7 e 9 minutos, após a realização das descidas), objetivando determinar a concentração de lactato durante repouso.

### **Análise Estatística**

Para todas as análises foi utilizado o Pacote estatístico Statistica 5.0. Os dados foram analisados de maneira descritiva, sendo apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. A comparação entre os dados obtidos entre a primeira e segunda descida foi efetuada por teste t-Student para dados pareados. O nível de significância foi pré-fixado em 5%.

## **4. RESULTADO E DISCUSSÃO**

Na tabela 1 estão expressos os resultados referentes aos tempos das descidas no rio, números totais de remadas efetuadas em cada descida realizada, remadas realizadas à favor da correnteza e contra correnteza. Nota-se que, quando comparadas a primeira à segunda descida, nenhuma das variáveis analisadas apresentou diferença estatística. Devido ao número de portas à favor da corrente ser superior à quantidade de obstáculos a serem transpostos

contra a corrente, é possível visualizar valores também superiores de remadas a favor da corrente, em ambas as descidas.

Tabela1: Medidas descritivas do tempo de descida, número de remadas, remadas à favor e contra a correnteza, na descida 1 e 2.

Atleta	Descida	Tempo descida (s)	Número de Remadas	Remadas à favor	Remadas contra
1	1	110,13	141	130	11
2	1	111,95	152	140	12
3	1	99,28	150	136	14
4	1	131,96	167	155	12
5	1	115,31	130	123	7
Média		113,73	148	137	11
DP		11,8	14	12	3
1	2	110,87	152	143	9
2	2	107,13	155	146	9
3	2	114,95	149	138	11
4	2	136,34	171	158	13
5	2	110,2	137	125	12
Média		115,9	153	142	11
DP		11,8	12	12	2

Os valores do lactato sanguíneo obtidos antes e após a recuperação dos esforços estão explicitados na tabela 2. Do mesmo modo que o observado para os resultados de prova e número de remadas, não foram encontradas diferenças entre as concentrações lactacidêmicas das duas descidas. A única distinção está relacionada ao momento de ocorrência do lactato pico. Na descida 1, esse parâmetro foi observado, na moda, ao 5º minuto de exercício, já na descida 2, no 7º.

Tabela 2: Medidas descritivas do lactato sanguíneo (mM) segundo intervalos de repouso, descida 1 e 2.

Atleta	Descida	Lactato Sanguíneo (mM)				
		1min	3min	5min	7min	9min
1	1	5,56	6,54	7,12	8,41	5,70
2	1	2,73	3,10	4,41	3,52	3,46
3	1	3,77	5,90	4,43	4,20	4,23
4	1	2,98	3,10	3,41	2,05	1,82
5	1	2,65	2,75	3,30	2,65	2,15
Média		3,54	4,28	4,53	4,17	3,47
DP		1,21	1,79	1,54	2,51	1,58
1	2	4,29	5,06	5,40	5,99	4,21
2	2	4,34	3,92	4,65	4,85	4,66
3	2	4,34	3,24	3,74	3,66	3,29
4	2	1,82	2,56	1,87	1,93	1,83
5	2	2,56	2,84	2,92	2,91	1,56
Média		3,47	3,52	3,72	3,87	3,11
DP		1,20	1,00	1,39	1,60	1,39

Está bem definido dentre os trabalhos realizados com canoagem, a necessidade do controle do treino. García-Pallarés (2009) analisou as mudanças no sistema neuromuscular, composição corporal e marcadores de resistência de canoístas, durante 4 semanas de treinamento intenso seguido por 5 semanas de treinamento reduzido ou cessado. Os resultados apontam para uma manutenção, mesmo que intensidade reduzida, no programa de



treinamento para evitar declínio excessivo na performance, enfatizando assim, a necessidade do treinamento. Bishop (2004), focou seu estudo na necessidade do controle da intensidade do treinamento, sugerindo então alguns métodos para monitorar essa tal intensidade, dentre os métodos existentes, o autor aponta como possível a utilização de variáveis fisiológicas como a frequência cardíaca (FC) ou lactato sanguíneo. Utilizando como base a canoagem velocidade, alguns trabalhos apontam a mensurações de características fisiológicas (BISHOP et al, 2002; BISHOP et al, 2003) objetivando a determinação do VO<sub>2</sub> máximo e supramáximo utilizando um caiaque ergométrico.

Ainda com relação a canoagem velocidade desde a introdução da canoagem como esporte, um aumento na investigação e compreensão decorrente da biomecânica tem contribuído para a melhoria nos tempos das provas. Essas informações vêm auxiliando treinadores quanto aos desenvolvimentos dos programas específicos de treinamento nesse esporte (MICHAEL et al., 2009).

Particularmente com relação à canoagem slalom, há uma nítida carência de estudos científicos, já que é uma modalidade Olímpica e que tem apresentado evidência e expressividade em âmbitos nacional e internacional.

Atualmente o investimento na modalidade está sendo observado nas análises biomecânicas, como por exemplo Hunter et al. (2007), que objetivaram avaliar a confiabilidade de dados obtidos intra-observador e inter-observador, durante uma competição. Para cada descida observadores identificaram vários eventos específicos da canoagem slalom, incluindo o tempo entre as portas, portas tocadas ou perdidas, os tempos das remontas, número de remadas (remo dentro, remo fora d'água) e por fim, tempo da total do curso. A proposta do presente estudo seguiu nesse mesmo direcionamento, atrelando ainda a mensuração de uma variável fisiológica, concentração de lactato às análises. A diferença é que, no presente trabalho, não foram efetuadas análises de confiabilidade relacionadas à avaliadores.

A quantificação da diferença entre grupos de atletas de elite da canoagem slalom, com base na classe em que remam e as estratégias utilizadas na competição, foi alvo de pesquisa coordenada por Hunter et al. (2008). Seu grupo ainda determinou como o caminho escolhido pelos canoistas de elite influência no tempo de passagem pelas portas contra a correnteza (Hunter et al., 2009), o que também é objetivo de nosso grupo em pesquisas futuras, atrelando

a dados como os sugeridos por Hunter et al. (2009), análises de deslocamento mensurada por GPS, vídeo e mensuração de outras variáveis fisiológicas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises dos eventos específicos da canoagem slalom mostraram não interferência da primeira descida na segunda. A concentração sanguínea de lactato indica que, apesar dessa modalidade apresentar curta duração, não há predominância anaeróbia láctica nas tarefas. Os movimentos técnicos e o número reduzido de portas contra a corrente pode estar relacionado com os valores de lactato sanguíneo obtido no presente trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANGSBO, J., MOHR, M., KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match, play in the elite football players. **J Sports Sci**, 24 (7), 665-674, 2006.

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. 1041-1047, 2002.

BISHOP, D., BONETTI, D., SPENCER, M. The effect of an intermittent, high-intensity warm-up on supramaximal kayak ergometer performance. **J Sports Sci**. v. 21, n. 1, p. 13-20, 2003.

BISHOP, D. The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. **Int J Sports Med**. v. 25, n. 1, p. 68-72, 2004.

BORIN, J.P., DIAS, R.G., LEITE, G.S., PADOVANI, C.R.P., PADOVANI, C.R. Indicadores de desempenho e percepção subjetiva de esforço entre técnico e atletas de voleibol. **Brazilian Journal of Biomotricity**. v.4, n.2, 123-130, 2010.

CBCa - CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE CANOAGEM. Site oficial de CBCa. Disponível em . Acesso em: 13 jan. 2010.

DRUST, B.; ATKINSON, G.; REILLY, T. Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. **Sports Medicine**. 37, p. 783 – 805, 2007.

ENDICOTT, W.T. Strength and conditioning for canoeing and kayaking. **National Strength and Conditioning Journal**, Colorado Springs, v.10, n.4, p.36-7, 1988.

FERREIRA, H.R., FERNANDES FILHO, J., Predominância do tipo de fibra muscular e sua relação com a capacidade aeróbia da seleção brasileira de canoagem slalom.

[http://cbca.org.br/biblioteca/arquivos/biblioteca\\_Comparacao\\_VO2\\_x\\_Tipologia\\_de\\_Fibra\\_Canoagem\\_2006\\_heros\\_ferreira.pdf,2006](http://cbca.org.br/biblioteca/arquivos/biblioteca_Comparacao_VO2_x_Tipologia_de_Fibra_Canoagem_2006_heros_ferreira.pdf,2006).

GARCÍA-PALLARÉS, J., SÁNCHEZ-MEDINA, L., PÉREZ, C. E., IZQUIERDO-GABARREN, M., IZQUIERDO, M. Physiological effects of tapering and detraining in world-class kayakers. **Med Sci Sports Exerc**. 2009.

GOMES, A.C., SOUZA, J, **Futebol treinamento desportivo de alto rendimento**. Porto Alegre. Artmed, 2008.

HUNTER, A., COCHRANE, J., SACHLIKIDIS, A. Canoe slalom—competition analysis reliability. **Sports Biomech**. v. 6, n. 2, p. 155-170, 2007.

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

HUNTER, A. Canoe slalom boat trajectory while negotiating an upstream gate. **Sports Biomech.** v. 8, n. 2, p. 105-113, 2009.

MANCHADO-GOBATTO, F. B., TEREZANI, D., SCHIMDT, A., CÉSAR, M. C., PELLEGRINOTTI, I. L., ANDRADE, V. C., VIEIRA, N. A., Avaliações aeróbia e anaeróbia da canoagem slalom por teste nao invasivo. III **Congresso de Ciência do Desporto**, Campinas, 2009.

MATVEEV, L.P. **Treino Desportivo: metodologia e planejamento**. Guarulhos: Phorte, 1997.

MICHAEL, J.S.; SMITH, R.; ROONEY, K.B. Determinants of kayak paddling performance. **Sports Biomech.** v. 8, n. 2, p. 167- 179, 2009.

MOHR, M.; KRUSTRUP. P.; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Sciences.** v.21, p.519-528, 2003.

PLATONOV, V.N. **Tratado Geral de Treinamento Desportivo**. 1ª Edição brasileira. São Paulo: Phorte, 2008.

SHEPHARD, R.J. Science and medicine of canoeing and kayaking. **Sports Medicine**, Auckland, v.4, n.1, p.19-33, 1987.

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of soccer: an update. **Sports Medicine**, v. 35, n. 6, p. 501-536, 2005.

REILLY, T. An ergonomics model of the soccer training process. **Journal of Sports Sciences.** v.23, n.6, p.561-572, 2005.

ZAMPARO, P., TOMADINI, S., DIDONÈ, F., GRAZZINA, F., REJC, E., CAPELLI, C. Bioenergetics of a slalom kayak (k1) competition. **Int J Sports Med.** v. 27, n. 7, p. 546-542, 2006.

**RESUMO 2**

**SIMULATION RACE ON SLALOM KAYAK: TIME OF COURSE, NUMBER OF STROKES AND BLOOD LACTATE**

Viera, N.A.; Terezani, D., Schimdt, A., Cesar, M.C., Pellegrinotti, I.L., Manchado-Gobatto,  
F.B.

Health Science College, Methodist University of Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba, Brazil

**Book of Abstracts of the 15th annual congress of the european college of sport science,  
2010. p. 371-371.**

### **Introduction**

The relationship between training and the characteristics of sport competition should be considered for the program training elaboration. In this way, to observe the competition duration, performed movements and physiological responses of the sport are important to specific training program (Michel et al., 2009). The slalom kayak is a sport composed for descents on river in which the athletes row for and against the water flow. The artificial course is determined by gates and the slalom competition consists of 2 consecutive runs. The

aim of this study was to verify the simulated race slalom kayak, quantifying specific events to slalom canoeing and their relationship with blood lactate concentration after two trials.

### **Material and Methods**

Five slalom kayakers (K1) ( $17\pm 2$  yrs) were evaluated. The paddlers were submitted to a simulation race, composed by 2 run separated by 30min interval. The artificial course was composed by 12 gates (4 upstream gates). The trials were filmed with a JVC digital camera and were quantified the time course, total number of stroke, number of strokes down river and counter river water flow (kayak totally upriver). Blood samples ( $25\mu$ ) were collected from ear lobe after each run simulation (1, 3, 5, 7, and 9 minute after rowing exercise), aiming to determine the lactate concentration on recovery. For comparison between results obtained at first and second run, a t-Student test for dependent measures was used ( $p < 0.05$ ).

### **Results**

The results showed that there were not statistical differences between the specific events of slalom canoeing when the first and second runs were compared. The time of course was  $113.7\pm 11.8$ s and  $115.9\pm 11.8$ s in first and second run, respectively. The total number of strokes ( $148\pm 13$  and  $153\pm 12$ ), number of strokes down river ( $137\pm 12$  and  $142\pm 12$ ) and stroke counter water flow ( $11\pm 3$  and  $11\pm 2$ ) were similar in two trials. The same results were presented for the physiological responses measures by blood lactate. At first slalom run, the peak lactate was observed at 5 minute, with  $5.0\pm 2.2$  mM blood concentration. The value of the peak lactate and time occurrence at second run were  $3.9\pm 1.6$  mM and 7 minute, respectively.

### **Discussion**

The analysis of specific events of canoeing showed no interference from the first run on second. The blood lactate concentration indicated that this modality, despite showed short duration, was not lactic anaerobic predominance. The technical of movements and a reduced number of strokes counter water flow can be related that blood lactate values obtained in present study.

### **Reference**

Michael JS, Smith R, Rooney KB. (2009). Sports Biomech, 8, 167-79.

**RESUMO 3**



**CRITICAL VELOCITY AND ANAEROBIC WORK CAPACITY OF SLALOM  
KAYAK ATHLETES: EFFECTS OF 8-WEEKS OF SPECIFIC TRAINING.**

Manchado-Gobatto, F.B. ; Viera, N.A., Terezani, D., Schimdt, A., Cesar, M.C., Pellegrinotti,

I.L

Health Science College, Methodist University of Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba, Brazil

**Book of Abstracts of the 15th annual congress of the european college of sport science,  
2010. p. 371-371.**

**Introduction**

The slalom kayak consists of a rapid run on river and the athlete must overcome Gates with exercises displacement down and against river water flow. This sport requires the aerobic and anaerobic metabolic systems to supply energy for the best performance (Zamparo et al., 2006). Although this modality is very competitive, there are few specific physical tests of assessing canoeists. So, the critical power model (Monod & Scherrer, 1965) was adapted at the present study for physical evaluation of slalom paddlers. Moreover, the aim of this work was to verify the effects of 8-weeks of specific training on the critical velocity (CV) and anaerobic work capacity (AWC) of slalom kayak athletes.

### **Material and Methods**

Slalom individual men's kayak (K1) was evaluated having a sample of six well trained athletes (17±2yrs). The tests to determine the CV and AWC were performed before and after 8-weeks of specific training in canoeing. The training program consisted of exercise performed on lake or river, with sessions at different intensities, 2h/day, 5 d/wk. to determine the critical power model parameters, the slalom paddlers were submitted to 3 maximal rowing exercises at distances equivalent to 150, 300 and 600m, performed randomly in 2 days, with a minimum 1 hour interval among each effort. The linear 'distance versus time' model was used to determine the critical velocity (slope) and anaerobic work capacity (y-intercept). The linear regression coefficient ( $R^2$ ) was considered in the regression analysis to verify the method efficacy on this application. For comparisons between the CV and AWC obtained before (1) and after (2) 8-wk training, a t-Student test for dependent measures was used ( $p<0.05$ ).

### **Results**

CV was different before and after specific training program ( $CV_1=6.64\pm 0.18\text{Km/h}$  and  $CV_2=6.74\pm 0.24\text{Km/h}$ ) however, AWC was not changed between two evaluations ( $AWC_1=55.59\pm 1.56\text{m}$ ,  $AWC_2=57.10\pm 2.54\text{m}$ ) the  $R^2$  was similar among tests and statistically significant in both linear analysis ( $0.999\pm 0.001$ ).

### **Discussion**

The specific training modified the linear regression slope without modify the y-intercept, showing improved of the aerobic capacity. The  $R^2$  obtained in two suggested an efficient testing model on this canoeing modality, at least in these well trained kayakers. So, according

to results, the non-invasive specific test (critical velocity model) can be applied in slalom paddlers and was evidenced its sensitivity on aerobic parameter after 8-wk specific training program, although this has not been observed on AWC.

### **References**

Monod H., Scherer J (1965). *Ergonomics*. 8,329-338.

Zamparo P, Tomadini S, Didonè F, Grazzina F, Rejc E, Capelli C (2006). *Int J Sports Med*, 7,546-552.

**RESUMO 4****REPRODUTIBILIDADE EM DOIS DIAS DE SIMULAÇÃO DE PROVA DE  
CANOAGEM *SLALOM*: ANÁLISE DA LACTACIDEMIA, FREQUÊNCIA  
CARDÍACA E *PERFORMANCE***

VIEIRA, N.A.; TEREZANI, D.; CUNHA, S.A.; GOBATTO, C.A.; FERRARI, H.G.;  
ANDRADE, V.C.; OLIVEIRA, R.M.; MESSIAS, L.; CARDOSO, M.V.; MANCHADO-  
GOBATTO, F.B.

**33o. Simpósio internacional de ciências do esporte. "Boas práticas na fisiologia do exercício, esporte e atividade física", 2010. v. 18. p. 122-122.**

Descidas velozes em rios, com atletas sobre caiaque realizando exercícios a favor e contra corrente para contornar “portas” dispostas na corredeira são características da canoagem *slalom*. A modalidade associa a combinação de movimentos técnicos na transposição das portas, elevadas velocidades de remadas e alterações fisiológicas decorrentes dos exercícios realizados, fatores esses atrelados também as condições naturais, tais como vazão de rio, velocidade do vento e temperatura ambiental. Simulações de prova são amplamente utilizadas no treinamento, na tentativa de possibilitar experiência atlética na modalidade. O objetivo do presente estudo foi verificar a reprodutibilidade entre simulações de prova de canoagem *slalom* realizadas em dois dias, analisando o comportamento lactacidêmico, frequência cardíaca durante a prova simulada e desempenho dos atletas. Para isso, 7 canoístas pertencentes a modalidade K1 (caiaque individual masculino), com idades compreendidas entre 15 e 19 anos, foram submetidos a duas simulações de prova em dias distintos, com intervalo de 72 horas. Em cada uma das simulações, os atletas realizaram as descidas na corredeira em máxima velocidade, contornando 8 portas dispostas a favor da corrente e 4 portas que deveriam ser transportadas realizando movimento contra a corrente. Houve registro do tempo de execução das provas com a utilização de um cronometro e por análise de registro capturado em câmera digital de alta resolução. Para determinação da curva de recuperação lactacidêmica, foram extraídos 25 $\mu$  de sangue do lóbulo da orelha dos canoístas, ao repouso e nos momentos 1, 3, 5, 7 e 9 minutos após as provas. A frequência cardíaca durante as provas foi monitorada por um cardiofrequencímetro polar (RS800), com dados armazenados a cada 5s e a distância percorrida, bem como o trajeto efetuado, registrados com o auxílio de um GPS (Polar G3). A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio dos pacotes Statistica 7.0 e Origin 8.0. Foram testadas a normalidade e homogeneidade dos dados, bem como a correlação de Pearson e a igualdade de parâmetros fisiológicos e de performance obtidos na 1ª e 2ª simulação, por teste t-pareado ( $p \leq 0,05$ ). Em ambas as simulações, as condições climáticas e do rio apresentaram similaridade, bem como a distância percorrida pelos atletas (200m). Os dados encontrados foram normais e homogêneos. A tabela 1 apresenta os parâmetros

analisados. Não foram identificadas diferenças entre as respostas da 1ª e 2ª simulação, sendo alguns resultados correlacionados de maneira significativa. De acordo com os dados obtidos, houve reprodutibilidade entre as simulações efetuadas em dois dias distintos, porém com similar condição climática.

Tabela 1. Resultados de tempo de prova, lactato pico, moda do tempo de ocorrência do lactato pico, lactato após 5min, valores de FCmax, FCmed, FCmin e correlações entre a 1ª a 2ª simulação. Resultados expressos em média  $\pm$  epm.

	Tempo (s)	Lac pico (mM)	Tempo Lac pico (min)	Lac 5min (bpm)	FCmáx (bpm)	FCmed (bpm)	FCmin (bpm)
1ª. simulação	102,8 $\pm$ 3,5	7,55 $\pm$ 0,91	5	7,25 $\pm$ 0,89	186 $\pm$ 10	177 $\pm$ 12	146 $\pm$ 8
2ª. simulação	101 $\pm$ 3,5	8,25 $\pm$ 0,72	5	7,78 $\pm$ 0,75	193 $\pm$ 3	184 $\pm$ 4	152 $\pm$ 7
Correlação (r)	0,77*	0,94*	-	0,92*	0,17	0,62	0,71*

**RESUMO 5**

**PERFORMANCE PARAMETERS AND BLOOD LACTATE CONCENTRATION AT  
THREE SIMULATED RACE ON SLALOM KAYAK**

Nathália Arnosti Vieira, Leonardo Henrique Dalcheco Messias, Denis Terezani, Homero

Gustavo Ferrari, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto

Health Science Faculty, Methodist University of Piracicaba, Piracicaba – Brazil.

The objective of slalom kayak is complete the distance in the shortest time. The variables as route distance, runtime, mean velocity during race ( $V_m$ ) and blood lactate concentration (BLC) are directly related on final performance. The aim of this study was to analyze the distance, runtime,  $V_m$  and BLC at three different simulated race of slalom kayak. Six athletes ( $17\pm 2$  yrs) were evaluated at three different moments of the training program. The simulated races of slalom kayak were accomplished in the same river. There were registers of time race (s), distance travelled (m) and mean velocity (m/s) using a GPS (Polar G3). Blood samples were collected after each simulation (1,3,5,7 and 9min), aiming to determine the BLC on recovery. The data were analyzed by one-way Anova and Pearson correlation ( $p < 0.05$ ). The second simulation presented a greater distance ( $251\pm 24$ m) compared to first ( $210\pm 20$ m) and third race ( $222\pm 35$ m). Consequently, the runtime of the second simulation was higher ( $135.17\pm 16.80$ s) than others ( $103.17\pm 8.66$ s and  $110.00\pm 7.56$ s). Nevertheless, the  $V_m$  was similar in three races ( $2.08\pm 0.28$ m/s,  $1.87\pm 0.10$ m/s and  $2.02\pm 0.29$ m/s). Due to the BLC production to be strongly correlated with exercise intensity and duration, the second simulation showed higher BLC values and the peak values were obtained at  $7.54\pm 1.72$ mM,  $11.31\pm 3.53$ mM and  $7.25\pm 2.83$ mM in the three races. Despite simulations were conducted in the same local, differences were observed in race parameters and BLC on recovery. The last variable seems to be more dependent of simulation race runtime.

Key-words: slalom kayak, performance parameters, blood lactate

Supported by FAPESP and CNPq



**RESUMO 6**

**ONSET OF BLOOD LACTATE ACCUMULATION IN SLALOM KAYAKING**

Leonardo Henrique Dalcheco Messias, Nathália Arnosti Vieira, Denis Terezani, Marcelo Castro Cesar, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto  
Health Science Faculty, Methodist University of Piracicaba, Piracicaba – Brazil.

The anaerobic threshold determined by onset of blood lactate accumulation (OBLA) is an applicable evaluation method to determine the aerobic capacity of athletes. The aim of study was suggest a specific anaerobic threshold (AT) test to slalom kayak athletes using the fixed blood lactate concentration. Eleven evaluations with well trained kayakers ( $17\pm 2$  yrs old) were accomplished on a lake. The AT was determined by a progressive kayak “shuttle” exercise (50-m course, 3min/stage) until exhaustion. The test velocities were 5,6,7,8,9 and 9.5Km/h, with blood sample collection after each stage. Individual curves ‘intensity vs blood lactate’ were plotted and the AT was obtained using two mathematical methods: visual inspection and intersection of the bi-segmental linear regression ( $AT_i$ ) and by fixed lactate concentration using the inflexion point value obtained in first procedure ( $AT_{obla}$ ). The  $AT_i$  and  $AT_{obla}$  were analyzed by t-Student test and Pearson correlation ( $p < 0.05$ ). The  $AT_i$  was obtained in  $6.98\pm 0.16$  Km/h, at  $2.53\pm 0.25$  mM. Due to blood lactate equivalent to  $AT_i$  to occur at 2.5mM, the  $AT_{obla}$  was determined using this value. The  $AT_{obla}$  was  $6.95\pm 0.28$  Km/h, observed in similar intensity of the  $AT_i$  ( $p=0.90$ ).  $AT_i$  and  $AT_{obla}$  were significantly correlated ( $r=0.75$ ). The  $AT_{obla}$  using 2.5mM seems to be applicable to slalom kayak athletes.

Key words: aerobic capacity, blood lactate, specific test, slalom kayak

Supported by FAPESP and CNPq

**RESUMO 7****ANAEROBIC THRESHOLD AND CRITICAL VELOCITY PARAMETERS IN  
SLALOM KAYAK SPECIFIC TESTS, BEFORE AND AFTER MONITORED  
TRAINING**

Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto<sup>1</sup>, Nathália Arnosti Vieira<sup>1</sup>, Leonardo Henrique Dalcheco  
Messias<sup>1</sup>, Denis Terezani<sup>1</sup>, João Paulo Borin<sup>1</sup>, Homero Gustavo Ferrari<sup>1</sup>, Vinícius de  
Carvalho Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>:UNIMEP (Piracicaba, Brazil); <sup>2</sup>:UNICAMP (Campinas, Brazil)

**Book of Abstracts of the 16th annual congress of the european college of sport science,  
2011. p. 643.**

**Introduction**

The slalom kayak depends on aerobic and anaerobic conditioning during competition and training (ZAMPARO et al., 2005). However, this modality shows deficiencies in physiological evaluations for determining these capacities. The aims of study were suggest a specific anaerobic threshold (AT) test for slalom kayakers, comparing their results with the obtained using a non-invasive critical velocity (CV) model and also to verify these responses before and after 7-weeks of monitored training.

**Methods**

Six well trained kayakers (17±4yrs) were submitted to specific tests on a lake, before and after training program. The AT was determined by the progressive kayak “shuttle” exercise (50-m course, stages of 3min) until exhaustion. The velocities adopted were 5,6,7,8,9 and 9.5Km/h, with blood sample collection after each stage. Individual curves ‘intensity vs blood lactate’ were plotted and the AT was obtained using visual inspection and intersection of the bi-segmental linear regression. From these tests, the individual total time (TT) between AT and exhaustion were obtained at both moments. The CV protocol consisted of 4 maximal exercises paddling at 150, 300, 400 and 600-m, with minimum 1hr recovery among them. The slope and y-intercept of linear mathematical model ‘distance vs time’ were CV and anaerobic paddling capacity (APC), respectively. The training program was accomplished on a lake and river and the intensity sessions were

obtained by the individual rating of perceived exertion (RPE). The product of daily volume (min) and RPE was considered the load training (FOSTER et al., 2001). The results were analyzed by t-student test, one-way Anova and Pearson correlation ( $P < 0.05$ ).

### **Results**

The AT and CV were not different in initial tests ( $6.7 \pm 0.2$  and  $6.8 \pm 0.1$  Km/h) and there was not significant correlation among APC and TT. Despite volume training has showed changes among weeks, the intensity was not modified during this period and the load was reduced only the last week. After training, the AT increased ( $7.3 \pm 0.2$  Km/h) without modified CV ( $6.7 \pm 0.0$  Km/h). APC and TT showed significant correlation ( $r = 0.66$ ). At both moments, the blood lactate at AT was similar ( $2.4 \pm 0.2$  and  $2.6 \pm 0.4$  mM).

### **Discussion**

The AT specific protocol detected aerobic capacity increase after 7-week of training characterized by small changes intensity and load. The same was not verified with CV and APC. Thus, the invasive protocol seems more appropriate to evaluate the effects of training applied to slalom kayakers.

Supported by FAPESP (2010/17134-1)

### **References**

- Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. (2001). *J Strength Cond Res*, 15, 109-115.
- Zamparo P, Tomadini S, Didonè F, Grazzina F, Rejc E, Capelli C. (2005). *Int J Sports Med*, 27, 546-552.

**RESUMO 8**

**RELATIONSHIP AMONG LOAD TRAINING, AEROBIC/ANAEROBIC  
PARAMETERS AND PERFORMANCE DURING 22-WEEKS OF SLALOM  
KAYAKERS TRAINING**

Nathália Arnosti Vieira<sup>1</sup>, Leonardo Henrique Dalcheco Messias<sup>1</sup>, Denis Terezani<sup>1</sup>, João Paulo Borin<sup>2</sup>, Sergio Augusto Cunha<sup>2</sup>, Ramon Martins de Oliveira<sup>1</sup>, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>:UNIMEP (Piracicaba, Brazil),<sup>2</sup>: UNICAMP (Campinas, Brazil)

**Book of Abstracts of the 16th annual congress of the european college of sport science, 2011. p.369.**

### **Introduction**

The manipulation of intensity and volume training are important to the athletes training program (LAURSEN, 2010) and the intensity appears to be the most important for well trained athletes (IAIA, BANGSBO, 2010). The aim of the study was to verify the relationship among training load, aerobic/anaerobic capacity and performance in slalom kayakers during 22-weeks training program.

### **Methods**

Six slalom kayakers (K1) (17±4yrs) were evaluated at three moments of the training program: linear base (T0), after 14-weeks (T1) and after 22-weeks (T2). The training was only monitored, without intervention of the researchers in the planning of the technical team. The intensity training was determined from the individual rating of perceived exertion (RPE) measured at the end of training session. The weekly training load (average)

was determined using the product of duration session (min) by RPE session. The critical velocity model was used to estimate the aerobic and anaerobic capacities. The athletes were submitted to four maximal paddling exercises at 150,300,400 and 600-m with minimum 1hr recovery among them. The slope and y-intercept of linear mathematical model 'distance vs time' were CV (aerobic) and anaerobic paddling capacity (APC), respectively. The simulation competition of slalom kayak were used to evaluate the performance. There were registers of time race (s), distance travelled (m) and mean velocity (mv) using a GPS (Polar G3). For comparison among aerobic/anaerobic conditioning, performance and load training parameters among moments were used ANOVA One-Way. Correlation between training variables and others parameters were proceeded by a Person Correlation ( $P<0.05$ ).

## Results

Despite the oscillations among volume and intensity in several weeks during 22-weeks of training, there were not changes in weekly mean load, volume and intensity when two moments were compared. No differences were found in CV ( $6.8\pm 0.1$ ;  $6.8\pm 0.47$  and  $6.7\pm 0.0$ Km/h, respectively) and APC ( $67.2\pm 1.8$ ;  $60.7\pm 2.1$  and  $64.1\pm 3.4$ m) in T0, T1 and T2, respectively). The anaerobic parameter showed significant correlation in T0 and T1 ( $r=0.91$ ) and at all moments, mv and CV were obtained in similar intensity.

## Discussion

The maintenance of aerobic/anaerobic and performance parameters during the three moments seemed to be attributed to non-changes of the volume and intensity training. In this way, to improve significant modification in CV, APC and mv, the training parameters modifications is recommended.

Supported by FAPESP and CNPq

## References

- IAIA, FM, BANGSBO J. (2010). Scand J Med Sci Sports, 20 (Suppl), 11-23.  
 LAURSEN, PB, (2010). Scand J Med Sci Sports, 20 (Suppl. 2), 1-10.



**RESUMO 9 (expandido)**

**LACTACIDEMIA APÓS PROVAS SIMULADAS DE CANOAGEM SLALOM É  
DEPENDENTE DA DISTÂNCIA E DURAÇÃO DO ESFORÇO EM INTENSIDADES  
SIMILARES**

Nathália Arnosti Vieira<sup>1</sup>, Leonardo Henrique Dalcheco Messias<sup>1</sup>, Denis Terezani<sup>2</sup>, Homero Gustafo Ferrari<sup>1</sup>, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba, Brasil.

<sup>2</sup>Comissão técnica da Associação de Canoagem de Piracicaba – ASCAPI, Piracicaba, Brasil.

**Anais do 9º Congresso de Pós-graduação da UNIMEP, 2011.**

### **Introdução**

Provas de canoagem slalom são realizadas em rios com corredeiras, sendo objetivo do atleta cumprir um curso previamente estabelecido de modo artificial, em menor tempo possível e evitando penalizações (SHEPARD, 1987; ENDICOTT, 1988). Características naturais do rio também desempenham importante papel nas competições. Dependendo do

curso montado e da classe de embarcação utilizada, a duração de uma prova em competições internacionais é compreendida entre 90 a 120 segundos (NIBALI et al., 2011).

Os desportistas devem ser capazes de planejar a rota mais apropriada através das portas, à velocidade entre uma porta e a outra e, acima de tudo, é necessário ter a habilidade (e a força), compreendendo o fluxo de água e manobrando o barco lateralmente e contra a correnteza (KEARNEY, McKENZIE, 2000).

Simular uma competição inclui comparação de desempenhos de acordo com as exigências do regulamento específico da modalidade desportiva e propicia aos atletas terem de lidar, de forma direta, com a presença de adversários e buscar a motivação necessária para conquistar a vitória.

Nesse sentido simular uma prova tem como objetivos: i) adaptação à estrutura específica de solicitação da competição e coleta de experiências de competição; ii) aprendizado da utilização racional da capacidade de desempenho e da condução tática da competição; e iii) formação de propriedades da vontade e competência de decisão na condução da competição (MARTIN et al., 2008).

Assim como simular situações de competição, analisar as respostas fisiológicas é fundamental para a compreensão de estímulos agudos e crônicos advindos de esforço físico. Dentre as variáveis fisiológicas que podem ser mensuradas e analisadas antes e após intervenções por exercício físico destaca-se a mensuração do lactato sanguíneo. Esse metabólito por ser mensurado para determinar intensidade de esforço equivalente à capacidade aeróbia de atletas e quantificar os efeitos do treinamento (EDWARDS et al., 2003). Entretanto, são restritas as informações acerca das respostas desse metabólito frente a esforços desempenhados em canoagem slalom.

## **Objetivos**

O objetivo do presente estudo foi analisar as respostas lactacidêmicas frente a três diferentes simulações de prova em canoagem slalom e a influência do tempo de esforço, distância percorrida e intensidade do exercício sobre esse parâmetro.

## **Desenvolvimento**

Participaram do estudo seis atletas ( $17 \pm 2$ ) pertencentes à categoria principal de equipes filiadas à Confederação Brasileira de Canoagem, submetidos a três provas simuladas, separadas, respectivamente por onze e sete semanas.

O pesquisador responsável efetuou as explicações referentes ao projeto. A participação dos atletas foi condicionada a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unimep, protocolo 05/10.

### **Desenho Experimental**

Em cada simulação de prova, os atletas foram submetidos à realização de descidas em rio, remando a favor e contra a corrente, de acordo com a pista imposta. Na tentativa de manter a especificidade, a ordem (sequência) dos atletas para efetuarem as descidas em competições foi mantida.

Para evitar equívocos na análise dos dados, advindos de fatores extrínsecos (ambientais), em todas as avaliações foram recuperados dados referentes à temperatura ambiente, temperatura da água e vazão do rio, nos dias de simulação. Essas informações foram obtidas junto ao Serviço Municipal de Água e Esgoto – SEMAE, da cidade de Piracicaba.

Foram analisados, individualmente, parâmetros fisiológicos e de performance nas três provas simuladas. Especificamente, foram registrados os trajetos efetuados, distância percorrida e as concentrações de lactato sanguíneo após execução das provas.

Para determinação do tempo de execução da simulação, foi utilizado um cronômetro Cássio HS-30W-N1V. A distância percorrida e trajeto adotado durante as provas foram capturados por sistema global de posicionamento (GPS) Polar®, modelo RS800.

Após a realização das provas simuladas, foram coletados 25 µL de sangue do lóbulo da orelha, nos tempos equivalentes ao repouso e após 1, 3, 5, 7 e 9min de cada simulação, objetivando determinar a concentração de lactato nos diferentes momentos.

### **Análise Estatística**

A análise dos resultados obtidos foi procedida com o auxílio do pacote estatístico “STATISTICA”, versão 7.0, conforme os objetivos do estudo.

A normalidade dos dados foi estudada pelo teste Shapiro-Wilk. Os dados foram analisados de maneira descritiva, sendo apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. A comparação entre os dados obtidos entre as simulações foi efetuada por Anova One-Way.

Para correlações entre as variáveis foi utilizada a correlação de Pearson. Em todas as análises, o nível de significância foi pré-fixado em 5%.

## Resultados e Discussão

Todos os dados obtidos apresentaram características normais. Por esse motivo, adotou-se a estatística paramétrica para análise dos dados.

Com relação à distância percorrida, houve diferença significativa entre as três provas, sendo a segunda simulação caracterizada por distância maior quando comparada as duas outras provas (1ª simulação:  $205,40 \pm 19,30\text{m}$ ; 2ª simulação  $251,33 \pm 23,52\text{m}$  e  $222,00 \pm 35,38\text{m}$ , na terceira simulação). Também na 2ª avaliação, houve maior variação desses dados. Vale destacar que, apesar da diferença, foi observada significativa correlação desse parâmetro, entre a 2ª e a 3ª prova simulada ( $r=0,91$ ).

Não foram encontrados na literatura, estudos reportando a distância e percurso de atletas em competição ou prova simulada em canoagem slalom, o que dificultou a comparação dos dados observados no presente estudo a outras investigações.

Os resultados de tempo de prova seguiram o comportamento das distâncias, sendo maiores valores observados na 2ª avaliação ( $101,5 \pm 8,6\text{s}$ ;  $135,2 \pm 16,8\text{s}$  e  $110,0 \pm 7,6\text{s}$ , respectivamente, nas 1ª, 2ª, e 3ª simulações). Correlações significantes foram obtidas entre os tempos necessários para o cumprimento das três provas ( $r=0,87$  entre a 1ª e 2ª simulação,  $r=0,83$  entre a 2ª e 3ª avaliação e  $r=0,77$  entre a 1ª e a 3ª prova).

Apesar de valores mais elevados para a distância e tempo de execução de esforço, a velocidade média mantida nas provas não foi diferente nos três momentos,  $7,4 \pm 1,1 \text{ km/h}$ ;  $6,7 \pm 0,4 \text{ km/h}$ ;  $7,3 \pm 1,0 \text{ km/h}$ , respectivamente, nas 1ª, 2ª, e 3ª simulações.

As concentrações sanguíneas de lactato, obtidas antes e após a recuperação das três provas simuladas, estão apresentadas na tabela 1.

Os valores superiores observados para a distância e o tempo de prova na 2ª avaliação, refletiram em valores mais elevados nas concentrações lactacidêmicas após os esforços. Altas e significantes correlações foram observadas entre as concentrações lactacidêmicas nas três provas simuladas, com valores de  $r$  compreendidos entre 0,74 e 0,96.

Tabela 1: Valores médios e desvio-padrão da concentração de lactato (mM) em repouso ([Lac] Rep) e após a realização das simulações no minuto 1 ([Lac]1min), 3 ([Lac]3min), 5 ([Lac]5min), 7 ([Lac]7min) e 9 ([Lac]9min).

		[Lac] Rep (mM)	[Lac]1min (mM)	[Lac]3min (mM)	[Lac]5min (mM)	[Lac]7min (mM)	[Lac]9min (mM)
1ª Simulação	Média	1,72	6,44	7,30	7,54	7,08	7,26
	DP	1,14	0,83	1,31	1,73	1,99	2,69
2ª Simulação	Média	2,39	8,33	10,12 *	10,52 *	11,31 *	10,45
	DP	0,45	2,68	2,78	3,21	3,53	4,64
3ª Simulação	Média	0,93 #	6,22	6,78 #	7,25 #	6,27 #*	6,91 #
	DP	0,38	1,58	3,02	2,83	2,35	3,52

\* Diferença entre a 1ª Simulação ( $p \leq 0,05$ )

# Diferença entre a 2ª Simulação ( $p \leq 0,05$ )

Sendo o objetivo principal da modalidade, percorrer o percurso no menor tempo possível, Nibali et al. (2011) sugerem que, dependendo do curso imposto e da classe de embarcação utilizada, a duração de uma descida em competição varia de 90 a 120 segundos, o que corrobora com os valores encontrados na 1ª e 3ª provas simuladas. O estudo de Zamparo et al. (2005) encontrou tempo médio de prova em  $85,7 \pm 5,3$ s e Hunter et al. (2007) observaram valores médios de  $97,9 \pm 1,3$ s, próximos aos obtidos na 1ª simulação do presente estudo. Em mesmo caminho, Vieira et al. (2010) caracterizando uma competição de canoagem slalom, encontraram valores similares quando analisaram duas descidas, separadas por 72 horas ( $113,7 \pm 11,8$ s e  $115,9 \pm 11,8$ s).

No que tange às respostas lactacidêmicas frente a esforços, espera-se valores mais elevados desse metabólito após exercício realizado em intensidades altas e mantidas por maior duração. No presente estudo, a lactacidemia observada após prova simulada caracterizada por maior tempo e distância (2ª. simulação), segue nesse sentido. Entretanto, a intensidade observada nas três provas foi igual, relevando que a duração do esforço foi preponderante na produção de lactato.

### Considerações Finais

A variabilidade da performance na canoagem slalom é superior as demais modalidades do gênero, devido a uma não previsibilidade das ações exigindo então diferenciadas ações técnicas dos desportistas. Além disso, os percursos são alterados de prova a prova o que aumenta o desafio aos competidores, novamente exigindo diferentes contribuições das inúmeras habilidades técnicas, táticas, físicas, psicológicas, entre outras.

Sendo assim, apesar das provas simuladas terem ocorrido em mesmo local e em similares condições ambientais, diferenças foram observadas nos parâmetros de provas

distância e tempo de execução, o que refletiu em maior produção lactacidêmica para a 2ª avaliação, mesmo em intensidade igual observada entre as três provas.

### **Referências Bibliográficas**

EDWARDS, A.M.; CLARK, N.; MACFADYEN, A.M. Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2, 23-29, 2003.

ENDICOTT, W.T. Strength and conditioning for canoeing and kayaking. *National Strength and Conditioning Journal*, Colorado Springs, v.10, n.4, p.36-7, 1988.

HUTNER, A.; COCHRANE, J.; SACHLIKIDIS, A. Canoe slalom—competition analysis reliability. *Sports Biomech*. v. 6, n. 2, p. 155-170, 2007.

KEARNEY, J.T.; MCKENZIE, D.C. Physiology of canoe sport. In: GARRETT, W.E., KIRKENDALL, D.T. (eds). *Exercise and Sport Science*. Philadelphia: Lippincott, Williams and Williams, p.745–757, 2000.

MARTIN, D.; CARL, K.; LEHNERTZ, K. *Manual de Teoria do Treinamento Esportivo*. Phorte, São Paulo, 2008.

NIBALI, M.; HOPKINS W.G.; DRINKWATER, E. Variability and predictability of elite competitive slalom-kayak performance. *European Journal of Sport Science*. v.11, n.2, p.125-130, 2011.

SHEPHARD, R.J. Science and medicine of canoeing and kayaking. *Sports Medicine*, Auckland, v.4, n.1, p.19-33, 1987.

VIEIRA, N.A.; TEREZANI, D.; SCHIMIDT, A.; CÉSAR, M.C.; PELLEGRINOTTI, I.L.; MANCHADO-GOBATTO, F.B. Caracterização de uma simulação de prova na canoagem slalom. 8º Congresso de Pós-Graduação – UNIMEP, 2010.

ZAMPARO, P.; TOMADINI, S.; DIDONÈ, F.; GRAZZINA, F.; REJC, E.; CAPELLI, C. Bioenergetics of a slalom kayak (k1) competition. *Int J Sports Med.* v. 27, n. 7, p. 546-542, 2006.

**RESUMO 10 (expandido)**

**APLICAÇÃO DE ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO NA  
QUATIFICAÇÃO DAS CARGAS DE TREINAMENTO EM CANOAGEM *SLALOM***

Leonardo Henrique Dalcheco Messias<sup>1</sup>, Nathália Arnosti Vieira<sup>1</sup>, Homero Gustavo Ferrari<sup>1</sup>, Denis Terezani<sup>2</sup>, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba, Brasil.



<sup>2</sup>Comissão técnica da Associação de Canoagem de Piracicaba – ASCAPI, Piracicaba, Brasil.

### **Anais do 19º Congresso de Iniciação Desportiva UNIMEP, 2011**

#### **INTRODUÇÃO**

O principal objetivo do treinamento desportivo é otimizar o desempenho dos atletas com a intenção do alcance de maiores ganhos de *performance*, especialmente em competições (BORRESEN, LAMBERT, 2009). Para que esse processo seja traçado de maneira mais precisa, com menores riscos de atingir picos de *performance* em momentos inadequados e/ou propiciar o supertreinamento, é interessante a quantificação (monitoramento) das cargas de treinamento.

A carga de treinamento é composta por diversos aspectos. Entretanto, geralmente é obtida pelo produto do volume pela intensidade imposta (PLATONOV, 2008).

Por longo período temporal, as ferramentas para o monitoramento e controle do treinamento eram escassas e pouco utilizadas por profissionais ligados ao ramo desportivo. Contudo, na tentativa de melhorar parâmetros físicos e fisiológicos e, por conseguinte, o rendimento esportivo, estudos tem investigado possíveis instrumentos confiáveis e aplicáveis nesse âmbito (NAKAMURA et al, 2010).

A mensuração de variáveis fisiológicas como lactato sanguíneo, frequência cardíaca, ventilação e consumo de oxigênio, pode ser efetiva para averiguar intensidades de esforços, bem como evoluções do processo de treinamento implementado ao desportista. Entretanto, fatores como custo efetivo das determinações e necessidade de equipe especializada, limitam, em muitos casos, a utilização dessas variáveis em ambientes esportivos, específicos para os atletas. Nesse sentido, escalas de percepção subjetiva de esforço (PSE), dentre elas a proposta

por Gunnar Borg na década de 50, passaram a ser apontadas como interessantes para o ambiente esportivo (BORG, 1998).

Em 1996, Foster et al., com o intuito de propor um método capaz de efetuar o diagnóstico da carga de treinamento, adaptaram a escala de PSE de 10 pontos, anteriormente proposta por Borg, às necessidades do esporte. Em 2001, Foster também apontou que essa escala, poderia ser utilizada no processo de quantificação das cargas de treinamento, multiplicando-se os valores de percepção subjetiva de esforço (em unidades arbitrárias) indicados pelo atleta, ao volume de treinamento podendo, o segundo, ser quantificado pela duração da sessão, distância percorrida, número de séries e número de repetições, dentre outros. Por esse método, é possível quantificar individual e diariamente, a carga de treinamento da sessão.

Diversos estudos utilizando escalas de PSE para quantificar intensidade e, posteriormente, carga de treinamento em modalidades esportivas, podem ser citados, dentre eles os que abordaram o futebol masculino (COUTTS et al, 2007; BRINK et al 2010), futebol feminino (ALEXIOU et al, 2008), Rugby (HARTWIG et al, 2008), treinamento de força (NACLERIO et al, 2008), Voleibol (BORIN et al, 2010), Ciclismo (FONTES et al, 2010) e Ginástica artística (MINGANTI et al, 2010).

Em canoagem *slalom*, modalidade olímpica e carente de estudos científicos, a quantificação das cargas de treinamento também é dificultada. Isso por atletas remarem em rios e em lagoas, o que reduz a possibilidade de mensurações precisas de variáveis fisiológicas para o diagnóstico da intensidade de esforço em cada sessão. Com base nos apontamentos literários, nosso grupo de pesquisa vem investigando diversas formas de avaliações nessa modalidade, na tentativa de fornecer subsídios científicos capazes de propiciar modificações positivas ao processo de treinamento de canoístas. Dentre essas propostas, inclui-se o monitoramento de cargas de treinamento conforme proposta de Foster (2001).

## **OBJETIVO**

O objetivo do presente estudo foi monitorar sete semanas de treinamento de uma equipe de canoagem *slalom*, analisando a exequibilidade e aplicabilidade da escala de percepção subjetivo de esforço nessa modalidade, bem como averiguando as modificações da carga de treinamento nas semanas observadas.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Participantes**

Foram estudados seis atletas de elevado rendimento na canoagem *slalom* (17±2 anos), pertencentes à categoria K1 de equipe filiada à Confederação Brasileira de Canoagem. Dos seis atletas, cinco encontram-se classificados entre os 8 primeiros colocados no ranking nacional, segundo a Confederação Brasileira de Canoagem.

Explicações metodológicas foram fornecidas, pelos responsáveis, aos avaliados. Todos os avaliados (ou seus responsáveis, no caso dos atletas com idades inferiores à 18 anos) assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual também constava a descrição das atividades a que foram submetidos, bem como informações claras sobre a possibilidade de abandonar o estudo no momento que julgarem necessário. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, da Universidade Metodista de Piracicaba (protocolo n<sup>o</sup> 05/10).

### **Monitoramento das cargas de treinamento**

O programa de treinamento foi realizado em lagoa e rio, com sessões de aproximadamente 2 horas/dia, 5 dias/semana, executadas em diferentes intensidades. As sete semanas de treinamento foram apenas monitoradas pelos pesquisadores, sem quaisquer interferências na organização do treinamento já estruturada pela equipe técnica.

A intensidade das sessões de treinamento foi determinada com a utilização da escala de percepção subjetiva de esforço adaptada por Foster (figura 1), sendo aplicada individualmente, logo após o treino. Procedimento de adaptação à escala foi efetuado.

A duração das sessões foi utilizada para quantificar o volume de treinamento diário, sendo registrada individualmente e em minutos.

O produto da intensidade pela carga diária dimensionou a carga de treinamento individual diária. Para a análise da equipe, foram determinados as médias e erros padrão das médias semanais para a intensidade, o volume e a carga semanal.

Figura 1- Escala proposta por Foster em 2001;

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

Posteriormente calculou-se a carga média semana em conjunto com seu desvio padrão, a partir desses dados foi possível calcular a monotonia semanal e, utilizando os dados de monotonia juntamente com a carga semana total, foi estimado o *strain*. As equações adotadas para cada determinação são apontadas a seguir:

Carga diária = PSE x duração da sessão diária;

Carga semanal total =  $\Sigma$  carga diária;

Carga semanal média =  $\Sigma$  carga diária /  $\Sigma$  dias de treinamento;

Monotonia = carga semanal média / desvio padrão das cargas diárias;

*Strain* = Monotonia x carga semanal total.

### Análise dos Resultados

A análise dos resultados foi procedida com o auxílio do pacote estatístico “*STATISTICA*”, versão 7.0, conforme os objetivos do estudo.

Inicialmente foram aplicados testes de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Levene) para identificar a característica dos dados. Quando os dados apresentaram se normais e homogêneos, foram adotados os métodos preconizados pela estatística paramétrica. Por dados que não apresentaram normalidade, adotou-se análise por método não paramétrico (Kruskal Wallis).

Os resultados relacionados aos parâmetros do treinamento ao longo das semanas estudadas foram analisados por Anova One-Way, seguido por post-hoc Newman-Keuls

quando necessário. Para todas as análises, os resultados estão expressos em média  $\pm$  erro padrão da média, com nível de significância pré-fixado em 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados na tabela 1, as variáveis intensidade, volume, carga e *strain* apresentaram diferença apenas na 3ª semana de monitoramento, em relação às outras, que não demonstraram a mesma resposta.

**Tabela 1.** Resultados referentes às médias diárias de intensidade (*score*) e volume (min), e carga semanal (u.a.), monotonia semanal (u.a.) e *strain* semanal (u.a.), observadas da 1a. à 7a. semanas com monitoramento de cargas na canoagem *slalom*

Semanas	Intensidade ( <i>score</i> )	volume (min)	carga (u.a.)	monotonia (u.a.)	<i>strain</i> (u.a.)
1a.	5 $\pm$ 2	125 $\pm$ 26	2218 $\pm$ 1717	4,4 $\pm$ 2,4	6593 $\pm$ 2959
2a.	5 $\pm$ 3	131 $\pm$ 24	3072 $\pm$ 952	2,4 $\pm$ 1,9#	5034 $\pm$ 2962
3a.	7 $\pm$ 2 *	145 $\pm$ 8 *	3822 $\pm$ 116 *	6,2 $\pm$ 3,7 *	26602 $\pm$ 20015 *
4a.	5 $\pm$ 3	111 $\pm$ 27	2830 $\pm$ 708	3,4 $\pm$ 0,9	5235 $\pm$ 2033
5a.	5 $\pm$ 2	124 $\pm$ 8	2931 $\pm$ 843	4,7 $\pm$ 1,9	7884 $\pm$ 3577
6a.	5 $\pm$ 2	120 $\pm$ 16	2004 $\pm$ 626	4,1 $\pm$ 4,0	8349 $\pm$ 6138
7a.	5 $\pm$ 2	134 $\pm$ 15	2254 $\pm$ 697	2,5 $\pm$ 2,1#	6917 $\pm$ 2065

Resultados expressos em média  $\pm$  desvio padrão

\* Diferença entre as demais semanas ( $p \leq 0,05$ )

# Diferença entre as 1a., 3a., 4a., 5a. e 6a. semanas ( $p \leq 0,05$ )

Como proposto por Borrensén (2009), a diferenciação na carga do treino pode ser maior em determinadas fases da periodização, ou seja, valores maiores ou menores referentes ao volume e a intensidade podem modificar o resultado desse parâmetro ao fim do processo. Devido ao monitoramento das cargas ter ocorrido apenas ao longo de sete semanas, e não durante um macrociclo completo, observou-se diferença estatística para carga apenas na 3ª semana do programa analisado.

No que tange especificamente a intensidade, valores moderados foram predominantes ao longo das semanas analisadas. Esse fato possivelmente ocorreu devido à fase do

treinamento estudada, na qual os atletas efetuavam a preparação básica de capacidades físicas e habilidades motoras, mesmo que em treinamento envolvendo a especificidade da canoagem.

O parâmetro que apresentou maior frequência de variação foi a monotonia, sendo essa inferior nas 2ª e 7ª. semana e superior às demais na 3ª semana. Esses dados revelam que, apesar da manutenção de intensidade média semanal ao longo do período, mensurada por esforço percebido, as variações diárias na carga efetivamente ocorreram

A escala de percepção subjetiva de esforço, inicialmente sugerida por Borg na década de 50 e adaptada por Foster (1996), vem sendo considerada um bom instrumento para mensuração da intensidade de esforço, por apresentar elevadas correlações com mensurações de variáveis fisiológicas (COUTTS et al, 2007 ;ALEXIOU et al, 2008).

Ainda, quando associada a dados referentes ao volume das sessões e/ou volume de exercícios específicos em cada treino, parece ser interessante na predição das cargas de treinamento.

No presente estudo, a PSE foi mensurada logo após a sessão de treinamento. A literatura é controversa quanto ao momento de aplicação da escala. Alguns trabalhos apontam essa maneira como a mais interessante (BORIN et al, 2010). Outros sugerem a aplicação desse método após 30 min do término da atividade, justificando tal proposta na idéia de que, após dado tempo do esforço, os atletas são capazes de avaliar a sessão em sua totalidade e não apenas os estímulos finais (FOSTER 2001) . Em propostas futuras, nosso grupo irá comparar essas duas maneiras de aplicação do instrumento para a quantificação da carga, bem como propor análises comparativas entre as intensidades de esforços mensuradas por variáveis fisiológicas e por PSE, e suas respectivas interferências na estimativa da carga de treinamento

De modo geral, a análise procedimental de aplicação do instrumento (escala de percepção subjetiva de esforço) revelou possibilidades interessantes em canoagem *slalom*, modalidade esportiva em que há nítida dificuldade de monitoramento diário de intensidade de exercício, muito por conta das características do esporte e local de treinamento. Além disso, apesar da manutenção da intensidade, volume, carga, *strain* e monotonia em várias das semanas analisadas, foram detectadas modificações em alguns momentos e variações individuais nesses parâmetros.

## REFERÊNCIAS

ALEXIOU, H; COUTTS, A, J .A Comparison of Methods Used for Quantifying Internal Training Load in Women Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 320-330, 2008

BORIN, J, P ; DIAS, R, G ; LEITE, G, S ; PADOVANI, C, R, P ; PADOVANI, C, R . Indicadores de desempenho e percepção subjetiva de esforço entre técnico e atletas de voleibol. *Brazilian Journal of Biomotricity*, v-4, 123-130, 2010.

BORRESEN, J., LAMBET, M.I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, v. 39, n.9, p. 779-795, 2009.

BORG, G.V. *Perceived exertion and pain scales*. Champaign :Human Kinetics, 1998.

BRINK, M, S ; NEDERHOF, E ; VISSCHER, C ; SCHMIKLI, S ; LEMMINK, K, A, P, M. Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players, 597-603, v-24, 2010.

COUTTS, A, J ; RAMPININI, E ; MARCORA, S, M ; CASTAGNA, C ; IMPELLIZZERI, F, M. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1-6, 2007.

FONTES, E, R ; SMIRMAUL, R, P, C ; NAKAMURA, F, Y ; PEREIRA, G ; OKANO, A, H; ALTIMARI, L, R ; DANTAS, J, L ; MORAES, A, C. The Relationship Between Rating of Perceived Exertion and Muscle Activity During Exhaustive Constant-Load Cycling. *International Journal Sports Medicine*, 683-688, 2010.

FOSTER, C., FLORHAUG, J.A., FRANKLIN, J., GOTTSCHALL, L., HROVATIN, L.A., PARKER, S., DOLESHAL, P., DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*, v.15, n.1, p.109-115, 2001.

HARTWIG, T, B ; NAUGHTON, G ; SEARL, J. Defining the Volume and Intensity of Sport Participation in Adolescent Rugby Union Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 94-106, 2008.

MINGATI, C ; CAPRANICA, L ; MEEUSEN, R ; AMICI, S ; PIACENTINI, M, F .The validity of session-rating of perceived exertion method for quantifying training load in teamgym. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 3063-3068, 2010.

NACLERIO, F.; BARRIOPEDRO, I.; RODRIGUEZ, G. Control de laintensidaden losentrenamientos de fuerza por medio de la percepción subjetiva de esfuerzo. *Rendimiento en el Desporto*, 59-66, 2009.

NAKAMURA, F.Y., MOREIRA, A., AOKI, M.S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *R da Educação Física/UEM*, v.21, n.1, p.1-11, 2010.

PLATONOV, V.N. Tratado geral de treinamento desportivo. São Paulo: Phorte, 2008.

### **RESUMO 10 (expandido)**

## **EFEITOS DO TREINAMENTO MONITORADO SOBRE A VARIABILIDADE FC DE CANOÍSTAS *SLALOM***

Leonardo Henrique Dalcheco Messias<sup>1</sup>, Marlene Aparecida Moreno<sup>1</sup>, Nathália Arnosti Vieira<sup>1</sup>, Denis Terezani<sup>2</sup>, Daiane Francielle de Oliveira Pedro Bom, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba, Brasil.

<sup>2</sup>Comissão técnica da Associação de Canoagem de Piracicaba – ASCAPI, Piracicaba, Brasil.

**Anais do IV Congresso de Ciência do Desporto e III Simpósio Internacional de Ciência do Desporto, UNICAMP, 2011.**

**Introdução:**

As provas de canoagem *slalom* são caracterizadas por descidas em rios com corredeiras, em que os atletas precisam efetuar percursos previamente determinados em menor tempo possível. Nessa tarefa de alta intensidade, os canoístas remam sentados e necessitam de rápidos ajustes fisiológicos e biomecânicos para transpor obstáculos naturais e artificiais. Valores elevados de frequência cardíaca (FC) são observados em provas e treinamentos na modalidade. Entretanto, dados acerca da variabilidade de FC (VFC) e efeitos do treinamento sobre esses parâmetros não foram encontrados na literatura.

**Objetivo:**

Analisar, a partir da VFC de canoístas *slalom*, os efeitos de sete semanas de treinamento monitorado sobre a modulação autonômica da FC.

**Metodologia:**

Foram avaliados seis canoístas de elevado rendimento na modalidade (18±2anos), antes e após sete semanas de treinamento específico. A FC e os intervalos RR (i-RR) foram captados batimento a batimento (cardiofrequencímetro Polar® RS800cx) por um período de 15 min,

com atletas em repouso na postura sentada. A VFC foi analisada no domínio do tempo. O treinamento específico foi realizado 6 vezes/semana, aproximadamente 2 hs/dia, em ambientes habituais de treino e competição (rio e lagoa). Nesse período, houve variação entre estímulos aeróbios e anaeróbios, sendo a caracterização da carga diária de treinamento efetuada pelo produto da intensidade individual (escala de percepção subjetiva de esforço) pelo volume da sessão (min). Os parâmetros referentes à carga de treinamento foram analisados semanalmente. Os dados obtidos antes e após o treinamento não apresentaram normalidade e assim, foram comparados pelo teste Wilcoxon e correlacionados utilizando o coeficiente de correlação de *Spearman*. Os parâmetros referentes às cargas semanais de treinamento foram comparados por Anova one-way e *post-hoc* Newman Keuls ( $P \leq 0,05$ ).

### Resultados:

Os valores obtidos mostram um predomínio parassimpático na modulação de FC dos canoístas. No entanto, não foram visualizadas diferenças significantes na comparação entre os índices da VFC, antes e após as semanas de treinamento analisadas (Tabela 1). O monitoramento do treinamento específico revelou que, apesar da existência de variações diárias e individuais na intensidade, volume e carga, apenas a 3ª. semana de treinamento apresentou valores superiores para esses parâmetros quando comparada às demais (escore  $7 \pm 2$ ;  $145 \pm 8$  min e  $3822 \pm 116$  u.a, respectivamente).

### Conclusão:

De acordo com os resultados, o grupo de canoístas *slalom* analisado apresenta predominância parassimpática referente à modulação autonômica da FC, que não é modificada após sete semanas de treinamento específico sem variações pronunciadas de carga. A inexistência de diferenças pré e pós-treinamento pode ser atribuída à característica da amostra, composta por atletas já muito treinados antes das avaliações iniciais, os quais já apresentavam os valores de modulação dentro da faixa de normalidade.

**Tabela 1.** Resultados referentes aos parâmetros de variabilidade frequência cardíaca, antes e após 7 semanas de treinamento e comparação (P) e correlação (r) entre os dois momentos.

Pré Treinamento	Pós Treinamento	P	r
--------------------	--------------------	---	---

<b>RMSSD (ms)</b>	50,9 ± 11,2	68,9 ± 12,6	0,12	0,77
<b>PNN50 (%)</b>	27 ± 8	38 ± 8	0,17	0,77

---

**Apoio financeiro:** FAPESP, CAPES, CNPq

**Palavras-chave:** Canoagem *slalom*, variabilidade de frequência cardíaca, treinamento específico