

**Universidade Federal de Pelotas**  
**Escola Superior de Educação Física**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação Física**



**Dissertação**

**Caracterização de demanda fisiológica e contribuição dos sistemas energéticos em  
protocolos de treinamento com remadores**

**Marcelo dos Santos Vaz**

**Pelotas, 2016**

**Marcelo dos Santos Vaz**

**Caracterização de demanda fisiológica e contribuição dos sistemas energéticos em  
protocolos de treinamento com remadores**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Escola Superior de Educação Física, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador. Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Airton José Rombaldi

Prof. Dr. Álvaro Reischak de Oliveira

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

V393c Vaz, Marcelo dos Santos

Caracterização de demanda fisiológica e contribuição  
dos sistemas energéticos em protocolos de treinamento  
com remadores / Marcelo dos Santos Vaz ; Fabrício Boscolo  
Del Vecchio, orientador. — Pelotas, 2016.

55 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação  
em Educação Física, Escola Superior de Educação Física,  
Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Remo. 2. Lactato. 3. Exercício intermitente. 4.  
Sistemas energéticos. I. Vecchio, Fabrício Boscolo Del,  
orient. II. Título.

CDD : 796

**Marcelo dos Santos Vaz**

**Caracterização de demanda fisiológica e contribuição dos sistemas energéticos em protocolos de treinamento com remadores**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 20 de julho de 2016.

Banca examinadora:

.....  
Prof. Dr. Airton José Rombaldi. Doutor em Ciência do Movimento Humano pela Universidade Federal de Santa Maria.

.....  
Prof. Dr. Álvaro Reischak de Oliveira. Doutor em Ciências Biológicas (Fisiologia) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## **Dedicatória**

**Dedico este trabalho aos meus pais Marilei e Luiz Carlos.**

## **Agradecimentos**

Aos meus colegas do Grupo de Estudos e Pesquisas em Treinamento Esportivo e Desempenho Físico (GEPETED), pela parceria ao longo dessa e de outras jornadas que dividimos. Já estou com saudades das reuniões das quartas-feiras.

Ao meu orientador Fabrício por toda a atenção dispensada em nossos trabalhos nestes cinco anos de parceria. Você foi fundamental para o meu crescimento acadêmico. Obrigado por acreditar no meu trabalho e no Remo Pelotense.

A todos remadores e voluntários que participaram como sujeitos de pesquisa, meu eterno agradecimento, sem vocês este trabalho não teria saído do papel.

A todos remadores e professores da Academia de Remo Tissot. Vocês são fundamentais para que nosso esporte continue a crescer. Por favor, continuem com este belo trabalho na equipe Remar Para o Futuro! Estarei sempre na torcida!

Aos meus irmãos, pelo carinho de sempre. Vocês são meus exemplos. Amo vocês!

A Adriane Cenci, por dividir comigo todos os momentos com amor e carinho. Tua companhia é fundamental.

## Resumo

VAZ, Marcelo dos Santos. **Caracterização de demanda fisiológica e contribuição dos sistemas energéticos em protocolos de treinamento com remadores.** 2016. 35f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós-graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

O objetivo do estudo foi mensurar a contribuição dos sistemas energéticos e caracterizar o impacto fisiológico de sessões de treinamento com remoergômetro. Vinte sujeitos (7 remadores amadores e 13 universitários) remaram três sessões de treino equiparadas pela duração total (40 min): uma contínua (EC = 60%  $VO_{2\max}$ ), uma intermitente com esforços curtos (RST = 9 x 30" [150%  $VO_{2\max}$ ] / 4' [40%  $VO_{2\max}$ ]) e uma intermitente com esforços longos (IL = 8 x 2' [80%  $VO_{2\max}$ ] / 3' [40%  $VO_{2\max}$ ]). Coletaram-se  $VO_2$  antes, durante e após o esforço, concentração de lactato [Lac], creatina quinase ([CK]), frequência cardíaca (FC) e parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca (VFC): LH/HF e RMSSD pré-, pós- e pós 24h do treino. Foi encontrada diferença entre grupos, com maior contribuição aeróbia no EC em comparação às sessões intermitentes ( $p<0,001$ ). Para [Lac], o pós-treino do IL foi maior que o do EC ( $p=0,004$ ). A VFC foi diferente entre momentos, com maior valor nos pós-treinos, em relação aos pré- e pós 24h ( $p<0,001$ ). Já a [CK] seguiu comportamento linear com aumento significativa no pós-treino e no pós 24h ( $p<0,001$ ). Conclui-se que as sessões de treinamento resultaram em contribuição similar dos sistemas energéticos, com predominância aeróbia expressiva e ligeiramente mais pronunciada no EC, em comparação a RST e IL. Portanto, o emprego de treinos contínuos e intermitentes é viável ao se considerar 24 horas de intervalo entre sessões, tempo suficiente para a recuperação dos remadores, independente do tempo de prática dos sujeitos e do tipo de estímulo aplicado.

**Palavras-chave:** Remo, lactato, exercício intermitente.

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

[Lac]	Concentração sanguínea de lactato
CBR	Confederação Brasileira de Remo
[CK]	Creatina quinase
FC	Frequência Cardíaca
HIE	Exercício intermitente de alta intensidade
Kcal	Quilocaloria
KJ	Quilojoule
LO <sub>2</sub>	Litros de oxigênio
MC	Massa corporal
Mmol	Milimol
PSE	Percepção subjetiva de esforço
pVO <sub>2max</sub>	Potência no consumo máximo de oxigênio
SNA	Sistema nervoso autônomo
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2max</sub>	Consumo máximo de oxigênio
vVO <sub>2max</sub>	Velocidade no consumo máximo de oxigênio
W	Watts

## Sumário

1. Introdução.....	11
2. Justificativa.....	13
3. Objetivos .....	13
3.1.    Objetivo Geral .....	13
3.2.    Objetivos Específicos.....	13
4. Revisão de literatura .....	14
4.1.    Caracterização da modalidade.....	14
4.2.    Variáveis de controle de treino.....	15
5. Materiais e métodos .....	19
5.1.    Tipo de estudo e caracterização das variáveis.....	19
5.2.    Amostra.....	20
5.3.    Aspectos éticos da pesquisa .....	20
5.4.    Delineamento experimental .....	20
5.5.    Procedimentos de coleta de dados.....	21
5.5.1.    Avaliação antropométrica.....	21
5.5.2.    Frequência Cardíaca .....	22
5.5.3.    Variabilidade da frequência cardíaca .....	22
5.5.4.    Coletas sanguíneas .....	22
5.5.5.    Consumo de oxigênio .....	23
5.5.6.    Contribuição dos sistemas energéticos durante exercício .....	23
5.5.7.    Teste progressivo máximo.....	24
5.6.    Protocolos de treinos .....	24
5.6.1.    Exercício Intermitente com série de sprints (RST).....	24
5.6.2.    Exercício Intermitente com esforços longos (IL) .....	25
5.6.3.    Exercício Contínuo (EC).....	25
6. Análise dos dados.....	26
7. Cronograma .....	27
8. Viabilidade técnica .....	28
Referências.....	28
Apêndices.....	34
APÊNDICE I - Termo de consentimento livre e esclarecido .....	35
APÊNDICE II – Artigo original redigido nas normas do periódico Journal of Strength and Conditioning Research.	38

Caracterização de demanda fisiológica e contribuição dos sistemas energéticos em sessões de treinamento com remoergômetro .....	39
Resumo .....	39
Introdução .....	40
Métodos .....	41
Abordagem experimental.....	41
Sujeitos .....	42
Procedimentos.....	42
Teste progressivo máximo.....	42
Sessões de treinamento .....	43
Exercício intermitente com série de <i>sprints</i> (RST).....	43
Exercício intermitente com esforços longos (IL) .....	43
Exercício Contínuo (EC).....	43
Procedimentos de coleta de dados .....	43
Análise estatística .....	44
Resultados .....	45
Discussão .....	47
Aplicações práticas .....	50
Referências .....	50
Figura 1. Contribuição dos sistemas energéticos segundo treino e grupo. .....	54
Tabela 1. Contribuição dos sistemas energéticos em três exercícios no remoergômetro, segundo grupo. ....	55
Tabela 2. Concentração de lactato entre treinos e grupos nos diferentes momentos de coleta.....	56
Tabela 3. Média $\pm$ dp da frequência cardíaca máxima, média e no teste progressivo máximo. ....	57
Tabela 4. Média $\pm$ dp dos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca.....	58

## 1. Introdução

O remo é um esporte praticado em meio aquático, de maneira individual ou coletiva, em barcos que variam de um a oito assentos. Remadores estão entre os atletas com maior consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\max}$ ), comparados a diversos esportes (KENNEDY et al., 2012). Durante o período de treinamento, atletas buscam o aprimoramento máximo das capacidades físicas inerentes de cada modalidade, no entanto, o aumento exagerado de volume e frequência de treino pode levar a quadro de fadiga excessiva (MÄESTU, 2004), principalmente em esportes de *resistência*, como o remo, no qual quilômetros remados se correlacionam positivamente com o desempenho (INGHAM et al., 2008). Diante disto, para prescrição e controle de treinamento, utilizam-se métodos para análise de vias metabólicas empregadas no exercício, contribuição energética, concentrações sanguíneas de hormônios e enzimas que indicam possíveis sinais de estresse físico excessivo (MÄESTU, 2004).

De modo geral, o exercício intenso resulta em dano muscular, evidenciado pela dor muscular, perda de força e aumento de metabólitos celulares na corrente sanguínea, como lactato e creatina quinase ([CK]) (BANFI et al., 2012). A concentração sanguínea de lactato [Lac] é comumente utilizada como marcador fisiológico do metabolismo glicolítico, advinda da produção de energia durante exercício (MÄESTU, 2004). No remo, os limiares de [Lac] (2 e 4 Mmol) são frequentemente empregados na prescrição do treinamento contínuo específico em barco ou remoergômetro (MÄESTU, 2004; NOLTE, 2011). Em exercício intermitente de alta intensidade (HIE) com intervalos curtos (15 segundos de exercício por 15 segundos de recuperação passiva), remadores utilizam predominantemente o metabolismo aeróbio e apresentam mesmo padrão de consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), [Lac] e frequência cardíaca (FC) quando comparado a um teste máximo de seis mil metros (GULLSTRAND, 1996). Ademais, a velocidade que se consegue imprimir no segundo limiar de lactato (4 Mmol), durante teste progressivo máximo, é correlacionado positivamente com desempenho em 2000 metros máximos no remoergômetro (INGHAM et al., 2002).

Além da [Lac], proteínas musculares também são utilizadas como marcadores de estresse fisiológico ou dano muscular causado pelo exercício físico. Entre estas está a [CK], apontada como marcador de microtrauma musculoesquelético causado

pelo exercício (BANFI et al., 2012). Em remadores, o exercício contínuo no remoergômetro (60 minutos, em intensidade correspondente a 3 a 4 Mmol de lactato), apresenta elevação na [CK], em relação ao repouso pré-treino, diferente do HIE (4 esforços de 5 minutos, em intensidade de 4-6 Mmol de lactato), que não demonstrou aumento significativo ao repouso pré-treino (KOKALAS et al., 2004). Ainda, a produção de [CK] pode apresentar associação positiva com desempenho (SMITH et al., 2011), visto que, um valor elevado da enzima parece não afetar a performance em simulação de competição (GEE et al., 2011).

No treinamento de remadores, durante o período preparatório, cerca de 90% das atividades em barco são constituídas por estímulos contínuos de baixa intensidade e longa duração (GUELLICH et al., 2009). Na fase pré-competitiva, essa porcentagem cai para aproximadamente 75%, dando espaço a estímulos de alta intensidade (INGHAM et al., 2008), configurando, assim, uma organização polarizada de treino (GUELLICH et al., 2009; SEILER, 2010; TRAN et al., 2014), ou seja, uma combinação de treinos longos em intensidades baixas com treinos curtos e mais intensos, em detrimento a estímulos com intensidade moderada (GUELLICH et al., 2009; VAZ et al., 2014). Sabendo da predominância de esforços de longa duração e HIE (DRILLER et al., 2009; GUELLICH et al., 2009; GULLSTRAND, 1996; INGHAM et al., 2008), a caracterização da contribuição energética em protocolos de treinamento com diferentes intensidades e especificidades deve ser explorada (TRAN et al., 2014). Porém, a relação da produção de energia durante esforço foi estudada apenas em exercícios não específicos ao treinamento, como o teste aeróbio máximo (MELLO et al., 2009) e exercício submáximo (EGAN et al., 2015).

Remadores foram comparados a ciclistas, em 20 minutos de esforço a 50% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  no remoergômetro, e tiveram maior contribuição de oxidação de gorduras na produção energética (EGAN et al., 2015). Outros estudos, que analisaram o consumo de oxigênio durante esforço, empregaram porcentagem do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  utilizada na sessão (GULLSTRAND, 1996) ou cinética do  $\text{VO}_2$  durante esforço de tempo limite (exercício a 100% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  até a exaustão) (SOUZA et al., 2015). Porém, a demanda energética durante esforços que busquem mimetizar diferentes sessões de treino da modalidade em uma mesma amostra ainda não foi considerada na literatura (TRAN et al., 2014). Por outro lado, destaca-se que o remo é uma

modalidade esportiva que depende de condições climáticas, como o vento, a temperatura e chuvas e, desta forma, a prática *indoor* é relevante no esporte, tanto para treinamentos, como para testes específicos que dependem de ambiente controlado (MELLO et al., 2009). Em relação aos testes e treinamentos fora d'água, o remoergômetro Concept2™ é o modelo considerado padrão e é utilizado pelas equipes nacionais de todos os países que disputam o remo em alto nível (BENSON et al., 2011).

## **2. Justificativa**

O treinamento realizado em remoergômetro tem como principais finalidades: (i) substituir treinos na água, quando as condições climáticas não são favoráveis ao remo *outdoor*, e (ii) buscar o aprimoramento físico ou técnico específico em ambiente controlado (MELLO et al., 2014). Ele pode se realizado tanto em grandes metragens com baixa intensidade (LANDER et al., 2009), a fim de mimetizar treinamentos longos praticados na água, como também simular esforços curtos e mais intensos (AKCA et al., 2015), adequados para a melhora da aptidão aeróbia e potência de remada (AKCA et al., 2015; GULLSTRAND, 1996). Dessa forma, a presente pesquisa se justifica pela importância de se conhecer a contribuição energética, as demandas metabólicas e subjetivas de esforço de diferentes tipos de estímulos em remoergômetro e sua consequente recuperação pós-treino em uma amostra de remadores brasileiros.

Com este conhecimento, treinadores poderão organizar sessões de treinos de acordo com objetivos específicos de cada momento de temporada competitiva, considerando o impacto dos diferentes estímulos e suas consequentes recuperações pós-treino.

## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral do presente estudo é analisar e caracterizar sessões de treino em remoergômetro quanto à contribuição energética dos metabolismos anaeróbio/aeróbio, às demandas fisiológica e muscular em amostra de remadores.

### **3.2. Objetivos Específicos**

Caracterizar as demandas fisiológicas das sessões de treino segundo a contribuição energética das vias aeróbia e anaeróbia, consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), frequência cardíaca (FC), variabilidade da frequência cardíaca (VFC), [Lac] e [CK].

Caracterizar a percepção subjetiva de esforço (PSE – anexo I), através da escala de PSE (1 a 10) de Borg (BORG, 1982).

Comparar a contribuição energética das vias aeróbia e anaeróbia, respostas fisiológicas e respectivas recuperações pós-treino entre os diferentes protocolos de exercício e entre grupo de remadores amadores e universitários.

#### **4. Revisão de literatura**

##### **4.1. Caracterização da modalidade**

Os primeiros registros do remo, como esporte organizado, datam do início do século XVIII, em Londres, onde barqueiros e amadores disputavam provas individuais e coletivas, na Universidade de Eton, no rio Thames (NOLTE, 2011). Como esporte moderno, o remo faz parte do programa dos Jogos Olímpicos desde sua primeira edição e, atualmente, possui 14 provas olímpicas entre individuais e coletivas, para homens e mulheres (FISA, 2015). É disputado oficialmente em raias de 2000 metros em linha reta, tendo duração média de 5 minutos e 30 segundos (em barcos longos, para até 8 remadores) a 8 minutos (em barcos curtos individuais), de acordo com a categoria de peso dos remadores (FISA, 2015; RICE et al., 2013). Estas provas variam de acordo com: i) tipo de classe de barcos (com um ou dois remos para cada remador), ii) tipo de barco (que pode ter um, dois, quatro ou oito remadores), e iii) peso de remadores, alocados em duas categorias: peso leve (72,5 kg para homens e 59 kg para mulheres) e peso livre, que não possui limite de peso (FISA, 2015; LAWTON et al., 2012).

Em relação à massa corporal (MC), os remadores são divididos em duas categorias: a peso leve, que limita a MC a até 72,5 kg para homens e 59 kg para mulheres e a peso livre, onde não há restrição de MC (FISA, 2015). Em barcos coletivos, o enquadramento na categoria peso leve se dá pela média de MC dos remadores de um mesmo barco, que deve ser de, no máximo, 70 kg para homens e 57 kg para mulheres (FISA, 2015). O perfil antropométrico de remadores de elite pesados gira em torno de 1,93m de estatura e 94kg de MC entre homens e 1,80m de estatura e 76kg de MC entre mulheres; na categoria peso leve, a estatura média é de 1,82m e 72,5kg de MC, e 1,69m de estatura e 58,5kg de MC para homens e mulheres respectivamente (KERR et al., 2007).

Em esforço máximo de 2000 metros, remadores utilizam predominantemente o metabolismo aeróbio, que contribui com mais de 85% da energia oferecida

(MELLO et al., 2009) e se observa contribuição de aproximadamente 15% do metabolismo anaeróbio, principalmente nos *sprints* de largada e chegada de provas (JÜRIMÄE et al., 1999; STEINACKER, 1993). A média de potência gerada nas remadas em uma competição está entre 450-550 watts (W), podendo chegar a picos de até 1200 W durante o procedimento de largada (STEINACKER, 1993), o qual é caracterizado por remadas rápidas e fortes durante os primeiros 500 metros (GARLAND, 2005). Assim, os componentes aeróbio e anaeróbio são altamente solicitados na modalidade (GUELLICH et al., 2009; MELLO et al., 2009), destacando-se a necessidade de aplicação contínua e frequente de força e potência em cada uma das remadas executadas ao longo dos 2000 metros (ÇELIK et al., 2005), fazendo do remo um esporte de resistência e força (MÄESTU, 2004; MCNEELY, 2011).

O grande volume de treinos em baixa intensidade (abaixo do limiar de lactato; <1,5-2 Mmol) se sustenta, do ponto de vista dos treinadores, pela predominância aeróbia das competições oficiais (MELLO et al., 2009), e no aprimoramento da técnica e da eficiência da remada, que estão associados com tempo de prática, e em particular em baixa intensidade (INGHAM et al., 2008). No entanto, para atletas treinados, os ganhos no componente aeróbio se tornam difíceis de atingir apenas com treinamentos longos e contínuos, pois os aumentos em volume começam a não surtir mais efeitos positivos (DRILLER et al., 2009). Desta maneira, os HIE se configuram como estímulo relevante para o aprimoramento do componente aeróbio no remo (GUELLICH et al., 2009) e demonstram aprimorar desempenho em 2000 metros máximos e potência de remada no remoergômetro (AKCA et al., 2015; DRILLER et al., 2009; GULLSTRAND, 1996).

#### **4.2. Variáveis de controle de treino**

Em relação ao metabolismo energético, a [Lac] se refere ao processo de produção de energia por via anaeróbia, a partir da degradação de glicogênio ou glicose na musculatura ativa (VIRU et al., 2001). A [Lac] é formada a partir do piruvato produzido na glicogenólise ou da degradação de glicose, e reflete a contribuição do metabolismo anaeróbio na produção de energia (MÄESTU, 2004; STEINACKER, 1993; VIRU et al., 2001).

Quando a intensidade do exercício é baixa (ou em repouso), a taxa de produção e oxidação de lactato é equilibrada; porém, quando a intensidade de

exercício se eleva, a taxa de produção ultrapassa a de oxidação. Este momento é chamado de limiar de lactato, ou seja, quando o metabolismo anaeróbio começa a predominar em relação ao aeróbio (MÄESTU, 2004; VIRU et al., 2001).

No remo, a [Lac] pode variar de  $\sim 2$   $\text{Mmol.L}^{-1}$  em treinos contínuos de longa duração (GULLSTRAND, 1996) a até  $\sim 26$   $\text{Mmol.L}^{-1}$  após esforço competitivo (NIELSEN, 1999). Em exercício intermitente de alta intensidade (HIE), o efeito agudo de sessão de 15 segundos de esforço em velocidade de competição, por 15 segundos de intervalos passivo foi estudado em remadores e demonstrou aumento da [Lac] ( $\uparrow 32\%$ ) em relação ao nível de pré-treino, estatisticamente igual a esforço máximo de 6 minutos (GULLSTRAND, 1996). As concentrações de 2 e 3  $\text{Mmol.L}^{-1}$  são empregadas em período de treinamento extensivo, em sessões de longa distância, em contrapartida, em período pré competitivo, usam-se as concentrações acima do limiar anaeróbio (INGHAM et al., 2008).

Como predição de desempenho, a [Lac] é associada com potência de remada atingida no  $\text{VO}_{2\text{max}}$  ( $\text{pVO}_{2\text{max}}$ ) e potência de remada no limiar anaeróbio (MÄESTU, 2004; STEINACKER, 1993). Remadores de elite possuem potência no limiar de lactato entre 75 e 85% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$  (STEINACKER, 1993). Diversos métodos são empregados para determinação dos limiares de lactato, como o método Dmax e as concentrações fixas de 2 e 4  $\text{Mmol.L}^{-1}$  (AT4) (BAPTISTA et al., 2005; MÄESTU, 2004; MCNEELY, 2011). O método AT4 foi comparado a determinação individualizada de limiar, através da plotagem dos valores da lactato em cada estágio de teste progressivo máximo (Dmax) em remadores (BAPTISTA et al., 2005). Para o método Dmax, foi encontrado menor valor de [Lac], FC e produção de potência no limiar, comparado ao AT4 (BAPTISTA et al., 2005). Dessa forma, a prescrição por limiares de lactato deve ser vista com cuidado, pois, além das diferenças entre métodos de determinação, a [Lac] também é influenciada pelo exercício precedente e pelo estoque de glicogênio muscular (MÄESTU, 2004; STEINACKER, 1993).

A [Lac] é um bom marcador para monitorar as modificações impostas pelo treinamento físico e pode ser utilizado de diversas maneiras (BERTUZZI, 2009). Pode ser considerado o valor registrado durante testes específicos ou sessões de treinamento no início do período de treinos. Espera-se que, com o acúmulo de seções de treinamento, o indivíduo atinja cargas superiores, seja por maior

velocidade, mais tempo em execução, maior rapidez, potência e/ou agilidade em determinada mantendo a mesma [Lac] anteriormente verificada nas primeiras sessões de treino (CLARK et al., 2014). Outra possibilidade é que, para avaliação pré e pós-período de treinamento, o indivíduo atinja determinado desempenho com níveis de lactato sanguíneo inferiores aos do pré-teste (LAYER et al., 2015). Desta forma, entendemos que indivíduos com maior aptidão física, principalmente em se tratando de condicionamento aeróbio, atingem seu limiar anaeróbio mais tarde em relação a sujeitos menos aptos fisicamente (CLARK et al., 2014), ou seja, suportam cargas de treinamento maiores ou mais intensas ainda utilizando prioritariamente fontes aeróbias para sustentação do exercício físico, conseguindo prolongar a seção de treino. Quanto maior for o grau de treinamento, o limiar de lactato tende a ser “empurrado” mais para frente, além de sustentar o movimento mesmo com [Lac] maiores (BERTUZZI, 2009; CLARK et al., 2014).

Durante exercício, alguns metabólitos são liberados na corrente sanguínea através do aumento da permeabilidade ou ruptura de membrana celular, causada por micro lesões, que então extravasa seu conteúdo intracelular para o sangue. Entre estes metabólitos está a [CK], metabólito sanguíneo comumente analisado por sua associação com a degradação de células musculares causada pelo exercício físico (BANFI et al., 2012). Em medida após exercício, a [CK] apresenta valor pico, em relação ao repouso, geralmente entre o momento imediatamente após e até 72 horas pós-treino, sendo sedentários com maior aumento em comparação com atletas que demonstram resposta adaptativa da musculatura esquelética frente ao treinamento (BANFI et al., 2012). O desgaste muscular associado à CK foi testado com remadores após sessão de treinamento com pesos em sujeitos treinados e foi verificado piora no desempenho em teste máximo de 250 metros no remoergômetro no momento 24 horas após o treino, comparado ao teste antes da sessão com pesos (GEE et al., 2012). Nos momentos 48 e 72 horas após, o desempenho no teste ergométrico retornou ao mesmo nível inicial (GEE et al., 2012).

No remo, ensaios com análises de [CK] são escassos e geralmente acessados em estudos que buscam analisar a influência de suplementos esportivos (KOO et al., 2014; STEJNBORN et al., 2015), o que dificulta a elaboração de valores de referência para a modalidade. Em esforço máximo de 2000 metros, remadores apresentaram valor pós-teste significativamente maior, comparado ao pré-teste e

valor pós 24h significativamente maior a ambos os valores prévios, demonstrando efeito do exercício no tecido muscular (STEJNBORN et al., 2015). Em outro estudo, também com teste máximo de 2000 metros, o valor pós-exercício foi maior ( $p < 0,05$ ) que o repouso, mas retornou a níveis iniciais 30 minutos após esforço (KOO et al., 2014). Deste modo, mais estudos precisam ser conduzidos para o melhor entendimento de como a [CK] responde aos diferentes tipos de treinamento no remo.

A VFC é um método não invasivo que reflete o controle do SNA sobre a frequência cardíaca pela ação dos ramos simpático e parassimpático. As inervações do SNA suprem diretamente o coração de modo que uma maior ativação parassimpática desacelera o ritmo cardíaco, enquanto uma maior ativação simpática aumenta a FC (AUBERT et al., 2003). A VFC, quando medida no domínio do tempo, é mensurada através da diferença entre um batimento e outro (intervalo R-R) em milissegundos (ms), plotadas em relação ao tempo (AUBERT et al., 2003; FRONCHETTI et al., 2007). As diferenças sucessivas destes intervalos dão uma noção do controle vagal sobre a FC e podem ser quantificadas pela a raiz quadrada destas diferenças (root mean square of successive difference - RMSSD) (AUBERT et al., 2003; FRONCHETTI et al., 2007), fortemente associadas ao controle vagal, através do ramo parassimpático do SNA (AUBERT et al., 2003; FRONCHETTI et al., 2007). Outra maneira de descrever a VFC é por meio da frequência com a qual ocorrem as variações entre os intervalos R-R. Dessa forma, o domínio da frequência pode ser representado pelos espectros de muito baixa frequência (VLF), baixa frequência (LF), referida por alguns autores como correspondente do ramo simpático, alta frequência (HF), referente ao ramo parassimpático, potência total (TP) e razão entre baixa e alta frequências (LF/HF), sendo esta última uma das variáveis mais utilizada no domínio da frequência, por fazer referência ao balanço simpato-vagal (TASK-FORCE, 1996).

Em relação ao exercício, a VFC tem sido utilizada para diversas finalidades, desde diferenciar sujeitos treinados, altamente treinados e destreinados (SEILER et al., 2007) e caracterizar diferentes intensidades de sessões de treinos (KAIKKONEN et al., 2012; PLEWS et al., 2014). Porém, um dos empregos mais frequentes da VFC em atletas é estimar a fadiga física acumulada, que pode ser verificada de duas maneiras: o sobretreinamento simpático, detectado por uma ativação elevada do

tônus simpático durante repouso e o parassimpático, marcado pelo predomínio vagal tanto em repouso quanto em exercício. Enquanto o primeiro é encontrado, mais frequentemente, em atletas de modalidades esportivas de potência, como velocistas, o segundo é verificado, com mais frequência, entre atletas com características de resistência (FRONCHETTI et al., 2007).

Ainda sobre a relação da VFC com a intensidade de treinamento, estudo com atletas de corrida treinados ( $VO_{2\max} 60 \pm 5 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ ) e altamente treinados ( $VO_{2\max} 72 \pm 5 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ ) verificou que a recuperação pós exercício é mais rápida nos altamente treinados, principalmente, em esforços de resistência e longa duração (SEILER et al., 2007). Na comparação entre exercícios contínuos e intermitentes, foram encontradas diferenças na VFC pós-treino capazes de caracterizar o impacto de diferentes tipos de sessões de treino, de intensidades e duração de esforços em corredores de resistência (KAIKKONEN et al., 2012). Em remadores, medidas diárias de VFC foram acessadas em atletas olímpicos em preparação para os jogos de Londres, em 2012 (PLEWS et al., 2014). Neste estudo, valores diários foram separados em médias semanais da variável RMSSD e foi verificado que treinamentos em intensidades acima do limiar de lactato provocam supressão do tônus vagal, enquanto treinos abaixo do limiar tendem a preservar a aprimorar a VFC (PLEWS et al., 2014). Em remadores amadores a VFC foi estudada em dois esforços intermitentes e um contínuo e a relação da VFC com a intensidade dos treinos foi confirmada pelo maior impacto da sessão com esforços *all-out* em comparação aos demais estímulos (VAZ et al., 2014). Neste e em outros estudos foram constatadas diferenças significativas dos parâmetros parassimpáticos da VFC no momento pós-treino e posterior retorno aos níveis basais 24 horas após os esforços, demonstrando capacidade de recuperação do SNA frente a diferentes tipos e intensidades de estímulos (VAZ et al., 2014; YOUNG et al., 2011).

## 5. Materiais e métodos

### 5.1. Tipo de estudo e caracterização das variáveis

Trata-se de estudo experimental, que apresenta como variáveis independentes o tipo de protocolo de treino, os diferentes grupos de remadores e os momentos de coleta e, como variáveis dependentes: FC, em batimentos por minuto (bpm); VFC: raiz quadrada da média das diferenças sucessivas entre intervalos R-R

ao quadrado (RMSSD), que se refere à modulação do ramo parassimpático do sistema nervoso autônomo (SNA), e LF/HF, referente ao balanço simpato-vagal, o  $\text{VO}_2$  e seus equivalentes em quilocaloria (Kcal), quilojoule (KJ) e litros de oxigênio ( $\text{LO}_2$ ), por sistema energético e valores totais destes, as concentrações sanguíneas de, [Lac] e [CK], a PSE, nos momentos pré-treino, durante o esforço ( $\text{VO}_2$  e FC), pico imediatamente após e 24h após as sessões.

### **5.2. Amostra**

Farão parte do estudo dois grupos: remadores amadores de clube de remo local e universitários da ESEF/UFPel, que atendam aos seguintes critérios de inclusão: idade entre 20 e 40 anos, livres de lesões, física e tecnicamente aptos.

Todos os participantes serão instruídos a manter rotina normal de alimentação, dormir adequadamente (pelo menos 8 horas) antes das intervenções, não realizar exercício físico vigoroso nas 24 horas antecedentes às coletas e não ingerir cafeína ou qualquer outra bebida estimulante, o que poderia interferir nos dados da VFC (KARAPETIAN et al., 2012). Como critérios de exclusão, não participarão do estudo pessoas que façam uso de suplementos alimentares ou substâncias anabolizantes, que possuam doença crônica, que tenham ingerido álcool, cafeína ou chimarrão 24 horas anteriores às coletas, que sejam fumantes ou tenham parado de fumar a menos de seis meses.

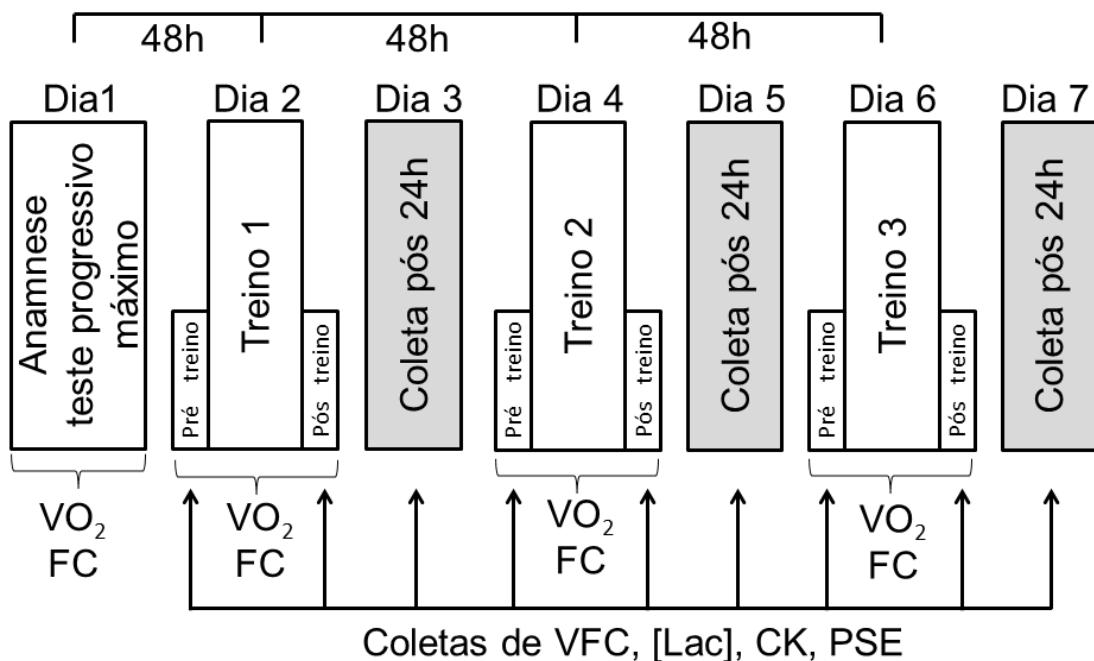
### **5.3. Aspectos éticos da pesquisa**

Os princípios éticos deste estudo serão baseados na resolução nº 056/2003, do Conselho Nacional de Educação Física, referente ao Código de Ética do Profissional de Educação Física. O mesmo será submetido ao comitê de ética local. Todos os envolvidos serão informados sobre os procedimentos de coleta, possíveis riscos de sua participação no estudo e assinarão termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice I).

### **5.4. Delineamento experimental**

Os remadores participarão de sete encontros, sendo o primeiro para preenchimento de anamnese, avaliação antropométrica e teste progressivo máximo em remoergômetro, para caracterização da amostra e adequação da prescrição dos quatro protocolos de treino, a serem executados em ordem aleatorizada. Nos encontros seguintes serão executados os treinos e suas respectivas coletas, sendo três encontros para treinos e mais três para coletas 24h após os esforços (figura 1).

Os procedimentos serão realizados no laboratório de bioquímica e fisiologia do exercício da ESEF/UFPel.



**Figura 1.** Delineamento do estudo

## 5.5. Procedimentos de coleta de dados

### 5.5.1. Avaliação antropométrica

#### 5.5.1.1. Estatura

A estatura, mensurada com estadiômetro de parede, com precisão de 0,1 centímetros (Estadiômetro Standard, Sanny™), será realizada com o sujeito em pé, de costas para o equipamento, corpo na posição fundamental, pés unidos, e cabeça posicionada horizontalmente, sem necessidade de encostar-se à régua do estadiômetro (ISAK, 2010).

#### 5.5.1.2. Massa corporal

Para massa corporal será utilizada balança digital (Soehnle™ Professional, com precisão de 0,01 kg), com o sujeito em pé no centro do equipamento, distribuindo sua massa igualmente nos dois pés (ISAK, 2010).

#### 5.5.1.3. Envergadura

Como envergadura será considerada a distância entre o dedo médio da mão esquerda para o dedo médio da mão direita, com o sujeito em pé, braços em

abdução de 90º, cotovelos estendidos e antebraços supinados. Como instrumento de medida da envergadura, será utilizada trena antropométrica metálica, com precisão de 0,1 centímetros (Cescorf™).

#### **5.5.1.4. Gordura subcutânea**

A medida será estimada através de somatório dos valores de sete dobras cutâneas (RICE et al., 2013), aferidas com plicômetro científico, com precisão de 1 mm (Cescorf™), utilizando os pontos anatômicos tríceps, bíceps, subscapular, supraespinhal, abdominal, coxa e panturrilha média (ISAK, 2010; RICE et al., 2013).

#### **5.5.2. Frequência Cardíaca**

Para a determinação da FC, será utilizado monitor cardíaco Polar RS800CX (Polar Electro OY, Kempele, Finlândia), com registro contínuo da FC a cada 1 s. Os dados de FC serão descarregados em software específico (Polar Pro-Trainer™).

#### **5.5.3. Variabilidade da frequência cardíaca**

A VFC será registrada por sete minutos contínuos antes do começo de cada um dos treinos, sendo considerados para análise, os últimos 5 minutos de registro (PLEWS et al., 2014). Para coletas pós-esforço, a FC precisará estar estável (TASK-FORCE, 1996); portanto, nos momentos de coleta após os treinos a VFC será registrada continuamente durante 15 minutos, sendo considerados nas análises os últimos cinco minutos de registro. No momento pós-24 horas do treino, a coleta seguirá o mesmo parâmetro do momento pré-treino.

#### **5.5.4. Coletas sanguíneas**

Os sujeitos do estudo serão submetidos à coleta sanguínea para mensuração da [CK], e [Lac]. Nos procedimentos, será empregado o uso de luvas e lancetas descartáveis. Sangue capilar será extraído a partir de punção no lóbulo da orelha após higienização prévia com álcool etílico a 75%. Destes, 15  $\mu$ l serão pipetados em microtubo contendo EDTA no dobro da quantidade de sangue, para mensuração da [Lac]. A relação sangue/EDTA utilizada será de 15/30  $\mu$ l. A análise das amostras será realizada em lactímetro eletroquímico (YSI 2300, Yellow Springs, EUA), previamente calibrado através de solução com 0,45 g/L de lactato, conforme especificações do fabricante para amostras de lactato (HART et al., 2013). Nos protocolos de treino, a [Lac] será coletada nos momentos pré-esforço, imediatamente pós-esforço, pós 3, 5 e 7 minutos do esforço.

Para análise da [CK], o restante do sangue previamente coletado (32  $\mu$ l), será pipetado em fita reagente (Registro ANVISA 10287410157, Reflotron®), a qual será inserida e lida por analisador portátil, a partir de fotometria de reflectância (Reflotron Analyser®, Boehringer-Mannheim, França) (GEE et al., 2011).

#### 5.5.5. Consumo de oxigênio

Durante os esforços do teste e dos treinos será utilizado analisador de gases (VO2000, Medical Graphics, St. Paul, MN) para estimação do consumo de oxigênio a cada 3 expirações. Os sujeitos vestirão máscara de neoprene ajustada ao rosto, a qual será acoplada bocal *high flow*, com umbilical ligado ao aparelho. O aparelho será calibrado antes e após as coletas, de acordo com status de temperatura e processo de auto calibragem, especificadas pelo fabricante.

#### 5.5.6. Contribuição dos sistemas energéticos durante exercício

Para estimar a contribuição dos sistemas energéticos, subdivididos em aeróbio, anaeróbio lático e anaeróbio alático, será utilizado o  $\text{VO}_2$  basal, os valores durante os esforços, a [Lac] pré e após os esforços, e a fase rápida do excesso de consumo de oxigênio (EPOC<sub>rápido</sub>), respectivamente (CAMPOS et al., 2011; MELLO et al., 2008). O  $\text{VO}_2$ , mensurado durante os esforços dos protocolos de treino, será utilizado para estimação do metabolismo aeróbio. Antes dos treinos será coletada linha de base do  $\text{VO}_2$ , em repouso, com os remadores sentados no remoergômetro por cinco minutos, sendo considerada linha de base a média das respirações do último minuto de registro (MELLO et al., 2008). Assim, os valores coletados no esforço serão expressos sobre os da linha de base (CAMPOS et al., 2011).

Para o sistema anaeróbio lático, será considerado o pico da [Lac] após os esforços, de acordo com método proposto na literatura (DI PRAMPERO et al., 1999), no qual o acúmulo de 1  $\text{Mmol.L}^{-1}$  é equivalente a 3  $\text{mLO}_2.\text{kg}^{-1}$  (CAMPOS et al., 2011). A estimativa do sistema anaeróbio alático será por meio do EPOC<sub>rápido</sub>. Para comparação das estimativas de gasto energético total, os valores gerados pelos sistemas energéticos serão somados, após serem convertidos para KJ (CAMPOS et al., 2011; MELLO et al., 2008), de acordo com conversão que assumirá cada litro de  $\text{O}_2$  equivalente a 20,29 kJ (GASTIN, 2001). Os dados de  $\text{VO}_2$  pré, durante e pós-esforço, bem como as concentrações de lactato pré e pós esforço serão digitadas em software específico para cálculo da contribuição dos sistemas energéticos

GEDAE-LaB (BERTUZZI et al., 2016) e, posteriormente, os resultados serão digitados em planilha eletrônica.

### 5.5.7. Teste progressivo máximo

O teste progressivo máximo será adaptação do teste de Conconi para remoergômetro, realizado com remoergômetro Concept2 (Concept2™, Morrisville, EUA), o qual possui reprodutibilidade e validade com coeficientes de correlação intraclasse de 0,99 e 0,82 para potência de remada e frequência cardíaca, respectivamente (ÇELIK et al., 2005). O teste consiste em remar estágios de 1 minuto, com carga controlada e cadência livre, sendo 75 watts de potência no primeiro estágio e incrementos de 25 watts a cada minuto, e termina quando o remador desiste, por fadiga relatada ou por ordem dos avaliadores, quando não conseguir chegar ou sustentar a velocidade de determinado estágio por mais de 5 remadas consecutivas. O fator de dragagem será de 120, valores recomendados pela Confederação Brasileira de Remo (CBR) para testes ergométricos (CBR, 2015).

## 5.6. Protocolos de treinos

Os protocolos de treinos foram baseados em estudos com exercícios intermitentes (AKCA et al., 2015; DRILLER et al., 2009) e rotinas de sessões com esforços contínuos do cotidiano do remo (LANDER et al., 2009; NILSEN, 2009; NOLTE, 2011). A prescrição das cargas de treino seguirão as orientações do Instituto Australiano de Esporte, segundo zonas de treino e transição de limiares de [Lac] para remadores de calibre nacional (RICE et al., 2013). Nas sessões de treinos, serão coletadas as variáveis dependentes nos momentos pré-treino, pós-treino e pós 24h do treino, com exceção do  $VO_2$  e FC que serão coletadas durante os esforços (figura 1). Ao todo, serão realizadas três sessões de treino, duas intermitentes de alta intensidade e uma contínua longa, a saber:

### 5.6.1. Exercício Intermitente com série de sprints (RST)

O RST, ou *repeated-sprint training*, é composto de esforços intermitentes com menos de 60 segundos de duração e intensidade supra máxima, ou seja, acima da velocidade (ou potência) atingida no  $VO_{2\max}$  ( $vVO_{2\max}$  ou  $pVO_{2\max}$ ), durante teste progressivo máximo (BUCHHEIT et al., 2013). Neste estudo, o RST conterá 9 esforços de 30 segundos de remada em intensidade de 150% da  $pVO_{2\max}$  e cadência livre, com intervalos de 4 minutos a 40% da  $pVO_{2\max}$ , o protocolo tem

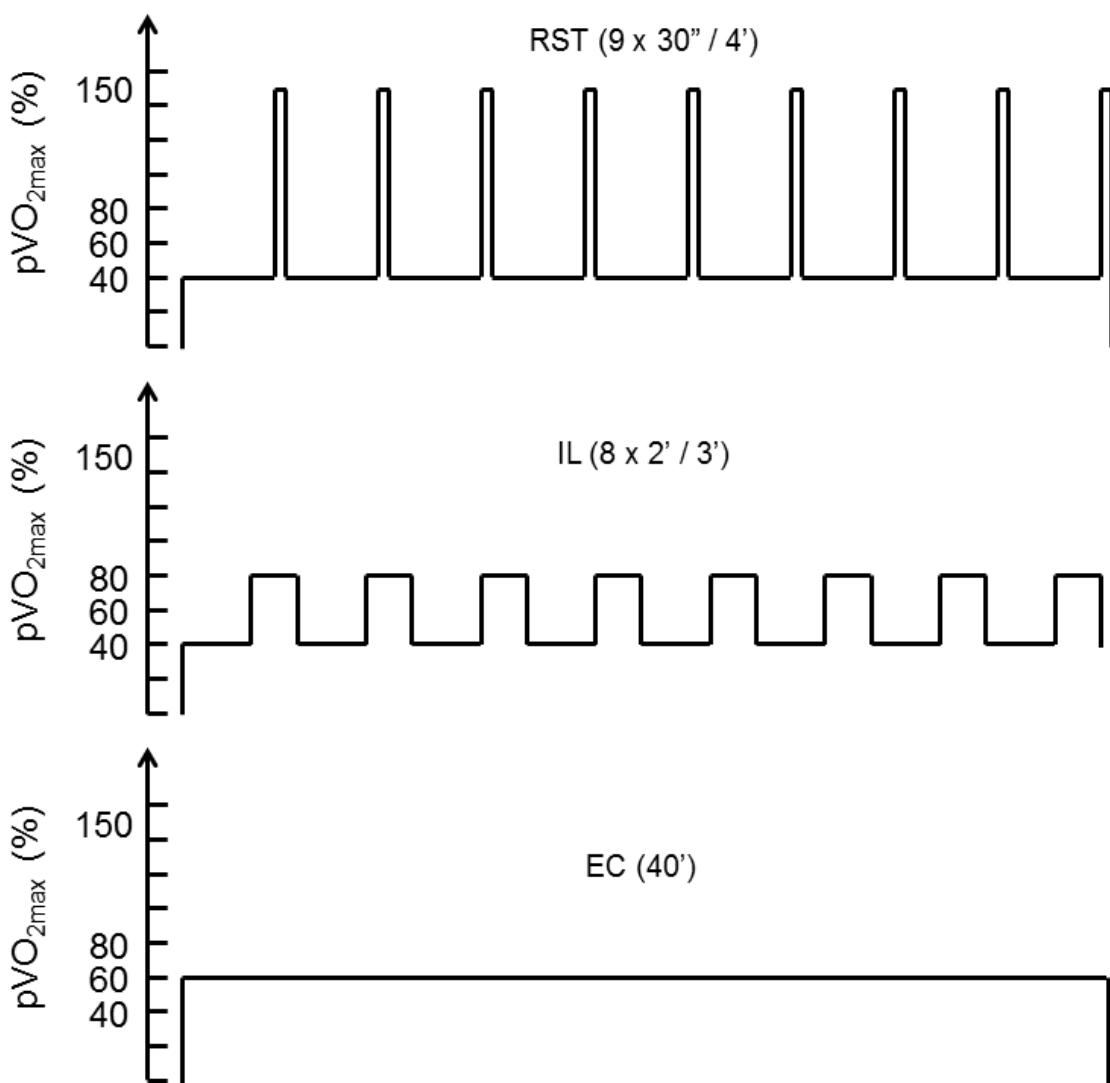
duração de cerca de 40 minutos e intensidade média de 95% (AKCA et al., 2015; DRILLER et al., 2009).

#### **5.6.2. Exercício Intermítente com esforços longos (IL)**

Os IL são esforços intermitentes com duração superior a 60 segundos em intensidade submáxima ou máxima ( $\leq 100\%$  da  $\text{vVO}_{2\text{max}}$  ou  $\text{pVO}_{2\text{max}}$ ) (BUCHHEIT et al., 2013). O IL conterá 8 esforços de 2,5 minutos com intensidade 80% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$  e cadência livre, com intervalos de 3 minutos a 40% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$ , duração de 40 minutos e intensidade média de 65% (AKCA et al., 2015; DRILLER et al., 2009).

#### **5.6.3. Exercício Contínuo (EC)**

O EC consiste em remar continuamente, sem intervalos ou alterações na intensidade, por tempo ou distância pré-definida (NILSEN, 2009; NOLTE, 2011). Neste estudo, o EC terá intensidade de 60% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$ , durante 40 minutos e ritmo de 16 a 20 remadas por minuto (rpm) (NILSEN, 2009; NOLTE, 2011).



**Figura 2.** Características dos protocolos de treino.

RST: exercício intermitente com série de *sprints*; IL: exercício intermitente com esforços longos; EC: exercício contínuo. %pVO<sub>2max</sub>: porcentagem da potência de remada atingida no VO<sub>2max</sub>, durante o teste progressivo máximo.

## 6. Análise dos dados

Para análise estatística, será realizado teste de normalidade dos dados (Shapiro-Wilk) para emprego de média e desvio padrão ou mediana. As comparações entre protocolos de treinos serão realizadas com análise de variância de três caminhos (protocolo x grupo x momento), com medidas repetidas no fator momento. A esfericidade será testada com teste de Mauchly e, quando violada, será empregada correção de Greenhouse-Geisser. *Post-hoc* de Bonferroni será utilizado para identificação das diferenças significantes. O nível de significância adotado será de  $p \leq 5\%$ . As análises estatísticas serão conduzidas no SPSS, v.20.0.

## 7. Cronograma

## 8. Viabilidade técnica

O processo de recrutamento e familiarização dos universitários com o remoergômetro começou em outubro e se estenderá até o início das coletas de dados, em novembro. Os remadores locais serão recrutados também em outubro. Todos os equipamentos necessários estão em bom estado de conservação e prontos para o uso no laboratório de bioquímica e fisiologia do exercício da ESEF/UFPel. Os materiais de consumo necessários (luvas, microtubo, capilares, lancetas, kit de [CK] para refflotron, reagente e membranas yellow spings, etc) para coletas e análises laboratoriais serão adquiridos pelo discente e/ou orientador responsáveis pelo presente projeto.

## Referências

- AKCA, F.; ARAS, D. Comparison of rowing performance improvements following various high intensity interval trainings. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 8, p. 2249-2254, 2015.
- AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports Medicine**, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.
- BANFI, G.; COLOMBINI, A.; LOMBARDI, G.; LUBKOWSKA, A. Metabolic markers in sports medicine. **Advances in Clinical Chemistry**, v. 56, p. 1-54, 2012.
- BAPTISTA, R. R.; OLIVEIRA, L. G.; FIGUEIREDO, G. B.; CONTIERI, J. R.; LOSS, J. F.; OLIVEIRA, A. R. Limiar de lactato em remadores: comparação entre dois métodos de determinação. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 11, n. 4, p. 247-250, 2005.
- BENSON, A.; ABENDROTH, J.; KING, D.; SWENSEN, T. Comparison of rowing on a concept 2 stationary and dynamic ergometer. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 10, n. 2, p. 267-273, 2011.
- BERTUZZI, R. Metabolismo do lactato: uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 2, p. 226-234, 2009.

BERTUZZI, R.; MELEGATI, J.; BUENO, S. et al. GEDAE-LaB: A Free Software to Calculate the Energy System Contributions during Exercise. **PLoS One**, v. 11, n. 1, p. e0145733, 2016.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013.

CAMPOS, F. A. D.; FRANCHINI, E. **Demanda energética em situação simulada de luta em atletas de taekwondo**. Dissertação (mestrado em ciências: estudos do esporte). Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo São Paulo; 2011.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE RREMO. **Sistema nacional de avaliação do remador**, 2015. [www.remobrasil.com.br](http://www.remobrasil.com.br) (acesso em 01 de julho de 2015).

ÇELIK, Ö.; KOŞAR, Ş. N.; KORKUSUZ, F.; BOZKURT, M. Reliability and validity of the modified conconi test on concept II rowing ergometers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p. 871-877, 2005.

CLARK, B.; COSTA, V. P.; O'BRIEN, B. J.; GUGLIELMO, L. G.; PATON, C. D. Effects of a seven day overload-period of high-intensity training on performance and physiology of competitive cyclists. **PLoS One**, v. 9, n. 12, p. e115308, 2014.

DI PRAMPERO, P. E.; FERRETI, G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration Physiology**, v. 118, n. p. 103-115, 1999.

DRILLER, M. W.; FELL, J. W.; GREGORY, J. R.; SHING, C. M.; WILLIAMS, A. D. The effects of high-intensity interval training in well-trained rowers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 4, n. 1, p. 110-121, 2009.

EGAN, B.; ASHLEY, D. T.; KENNEDY, E.; O'CONNOR, P. L.; O'GORMAN, D. J. O. Higher rate of fat oxidation during rowing compared with cycling ergometer exercise across a range of exercise intensities. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. Ahead of print, n. p. 2015.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DES SOCIÉTÉS D'AVIRON (FISA). **FISA Rule Book**, 2015. <http://bit.ly/298fESJ> (acesso em 28 de agosto de 2015).

FRONCHETTI, L.; AGUIAR, C. A.; AGUIAR, A. F.; NAKAMURA, F. Y.; DE-OLIVEIRA, F. R. Modificações da variabilidade da freqüência cardíaca frente ao exercício e treinamento físico. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 15, n. 2, p. 101-129, 2007.

GARLAND, S. W. An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 1, p. 39-42, 2005.

GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, v. 31, n. 10, p. 725-741, 2001.

GEE, T.; FRENCH, D.; HOWATSON, G.; PAYTON, S.; BERGER, N.; THOMPSON, K. Does a bout of strength training affect 2,000 m rowing ergometer performance and rowing-specific maximal power 24 h later? **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 11, p. 2653-2662, 2011.

GEE, T.; OLSEN, P. D.; GARLAND, S. W.; WHITE, D. J.; GOLBY, J.; THOMPSON, K. G. Recovery of rowing sprint performance after high intensity strength training. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 7, n. 1, p. 108-120, 2012.

GUELICH, A.; SEILER, S.; EMRICH, E. Training methods and intensity distribution of young world-class rowers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 4, n. 4, p. 448-460, 2009.

GULLSTRAND, L. Physiological responses to short-duration high-intensity intermittent rowing. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 21, n. 3, p. 197-208, 1996.

HART, S.; DREVETS, K.; ALFORD, M.; SALACINSKI, A.; HUNT, B. E. A method-comparison study regarding the validity and reliability of the Lactate Plus analyzer. **BMJ Open**, v. 3, n. p. 1-8, 2013.

INGHAM, S. A.; CARTER, H.; WHYTE, G. P.; DOUST, J. H. Physiological and performance effects of low- versus mixed-intensity rowing training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 3, p. 579-584, 2008.

INGHAM, S. A.; WHYTE, G. P.; JONES, K.; NEVILL, A. M. Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 3, p. 243-246, 2002.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE ADVANCEMENT OF KINANTHROPOMETRY (ISAK). **International Standards for Anthropometric**

**Assessment.** Austrália: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2010. p. 139.

JÜRIMÄE, J.; MÄESTU, J.; JÜRIMÄE, T.; PIHL, E. Relationship between rowing performance and different metabolic parameters in male rowers. **Medicina dello Sport**, v. 52, n. 2, p. 119-126, 1999.

KAIKKONEN, P.; HYNNEN, E.; MANN, T.; RUSKO, H.; NUMMELA, A. Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 3, p. 829-838, 2012.

KARAPETIAN, G. K.; ENGELS, H. J.; GRETEBECK, K. A.; GRETEBECK, R. J. Effect of caffeine on LT, VT and HRVT. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 7, p. 507-513, 2012.

KENNEDY, L. W.; WILMORE, J. H.; COSTIL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. 5 ed. EUA: Human Kinetics, 2012. 642.

KERR, D. A.; ROSS, W. D.; NORTON, K.; HUME, P.; KAGAWA, M.; ACKLAND, T. R. Olympic lightweight and open-class rowers possess distinctive physical and proportionality characteristics. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 1, p. 43-53, 2007.

KOKALAS, N.; TSALIS, G.; TSIGILIS, N.; MOUGIOS, V. Hormonal responses to three training protocols in rowing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 92, n. 1-2, p. 128-132, 2004.

KOO, G. H.; WOO, J.; KANG, S.; SHIN, K. O. Effects of Supplementation with BCAA and L-glutamine on Blood Fatigue Factors and Cytokines in Juvenile Athletes Submitted to Maximal Intensity Rowing Performance. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 26, n. 8, p. 1241-1246, 2014.

LANDER, P. J.; BUTTERLY, R. J.; EDWARDS, A. M. Self-paced exercise is less physically challenging than enforced constant pace exercise of the same intensity: influence of complex central metabolic control. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 10, p. 789-795, 2009.

LAWTON, T. W.; CRONIN, J. B.; MCGUIGAN, M. R. Anthropometry, strength and benchmarks for development: a basis for junior rowers' selection? **Journal of Sports Science**, v. 30, n. 10, p. 995-1001, 2012.

LAYE, M. J.; NIELSEN, M. B.; HANSEN, L. S.; KNUDSEN, T.; PEDERSEN, B. K. Physical activity enhances metabolic fitness independently of cardiorespiratory fitness in marathon runners. **Disease Markers**, v. 2015, n. p. 806418, 2015.

MÄESTU, J. **The perceived recovery-stress state and selected hormonal markers of training stress in highly trained male rowers.** Tese (doutorado em ciências do esporte). Faculty of Exercise and Sport Sciences, Universtiyy of Tartu Tartu, Estônia; 2004.

MCNEELY, E. Physiology of Rowing. In: \_\_\_\_\_ **Rowing Faster.** 2nd ed. USA: Human Kinetics, 2011. 321.

MELLO, F. C.; BERTUZZI, R.; FRANCHINI, E.; CANDAU, R. Rowing Ergometer with the Slide is More Specific to Rowers' Physiological Evaluation. **Research in Sports Medicine**, v. 22, n. 2, p. 136-146, 2014.

MELLO, F. C.; BERTUZZI, R. C. M.; GRANGEIRO, P. M.; FRANCHINI, E. Energy systems contributions in 2,000 m race simulation: a comparison among rowing ergometers and water. **European Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 5, p. 615-619, 2009.

MELLO, F. C.; FRANCHINI, E. **Contribuição dos sistemas energéticos na água e em diferentes ergômetros de remo.** Dissertação (mestrado em educação física). Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo São Paulo; 2008.

NIELSEN, H. B. pH after competitive rowing: the lower physiological range? **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 165, n. 1, p. 113-114, 1999.

NILSEN, T. **Training Program for Clubs and Individuals.** 1 ed. Lausanne, Suíça: FISA, 2009.

NOLTE, V. **Rowing Faster.** USA: Human Kinetics, 2011. 321.

PLEWS, D. J.; LAURSEN, P. B.; KILDING, A. E.; BUCHHEIT, M. Heart-rate variability and training-intensity distribution in elite rowers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 6, p. 1026-1032, 2014.

RICE, A. J.; OSBORNE, M. A. Rowers. In: \_\_\_\_\_ **Physiological Tests for Elite Athletes.** 2 ed. Australia: Human Kinetics, 2013.

SEILER, S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 3, p. 276-291, 2010.

SEILER, S.; HAUGEN, O.; KUFFEL, E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1366-1373, 2007.

SMITH, T. B.; HOPKINS, W. G.; LOWE, T. E. Are there useful physiological or psychological markers for monitoring overload training in elite rowers? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 4, p. 469-484, 2011.

SOUSA, A.; RODRIGUEZ, F. A.; MACHADO, L.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Exercise modality effect on oxygen uptake off-transient kinetics at maximal oxygen uptake intensity. **Experimental Physiology**, v. 100, n. 6, p. 719-729, 2015.

STEINACKER, J. M. Physiological aspects of training in rowing. **International Journal of Sports Medicine**, v. 14 Suppl 1, n. p. S3-10, 1993.

STEJNBORN, A. S.; BASTA, P.; TRZECIAK, J.; PILACZYN'SKA, L. S. Effect of intense physical exercise on hepcidin levels and selected parameters of iron metabolism in rowing athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. p. 345-351, 2015.

TASK-FORCE. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

TRAN, J.; RICE, A. J.; MAIN, L. C.; GASTIN, P. B. Profiling the Training Practices and Performance of Elite Rowers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 5, p. 572-580, 2014.

VAZ, M. S.; PICANCO, L. M.; DEL VECCHIO, F. B. Effects of different training amplitudes on heart rate and heart rate variability in young rowers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2967-2972, 2014.

VIRU, A.; VIRU, M. **Análisis y control del rendimiento deportivo**. 1 ed. Espenha: Human Kinetics, 2001.

YOUNG, F. L.; LEICHT, A. S. Short-term stability of resting heart rate variability: influence of position and gender. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 2, p. 210-218, 2011.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE I - Termo de consentimento livre e esclarecido**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do estudo:** Caracterização de demanda fisiológica e contribuição dos sistemas energéticos em protocolos de treinamento com remadores.

**Pesquisador responsável:** Fabrício Boscolo Del Vecchio

**Instituição/Unidade:** Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Escola Superior de Educação Física.

**Telefone para contato:** +555384040170 / +555381585855

**Email:** marcelo.dsvaz@gmail.com

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa de forma totalmente voluntária, assim:

Antes de concordar em participar desta pesquisa, é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento.

Em caso de dúvidas você poderá entrar em contato com o pesquisador pelos contatos pelo telefone ou email.

**Objetivo do estudo:** Analisar e caracterizar sessões de treino em remoergômetro quanto à contribuição energética dos metabolismos anaeróbio/aeróbio, às demandas fisiológica e muscular em amostra de remadores.

**Justificativa do estudo:** O estudo possibilitará condições para a prescrição de treinamentos mais eficientes, com objetivos específicos de cada momento de temporada competitiva.

**Procedimentos:** Você participará de nove encontros, sendo o primeiro para preenchimento de histórico de hábitos (anamnese), que definirão se você preenche os critérios de inclusão nos sujeitos do estudo, para avaliação antropométrica e para teste progressivo máximo em remoergômetro. Nos encontros seguintes serão executados os treinos (4) e suas respectivas coletas pré e pós esforço. Haverão outros 4 encontros no dia seguinte aos treinos. Como parte dos procedimentos, ocorrerão coletas de sangue, retirado do lóbulo da orelha por punção com laceta descartável. A manipulação será feito por pessoal com experiência laboratorial, utilizando luva descartável e materiais higienizados com álcool 70%.

**Benefícios:** Serão fornecidos a você os resultados de sua avaliação antropométrica, contendo massa corporal e percentual de gordura, e também do consumo máximo de oxigênio. Além disto, a pesquisa poderá contribuir para a prescrição de seus treinos.

**Riscos:** A sua participação nesta pesquisa não representará risco mínimo moral ou psicológico. Os treinos mencionados acima podem causar mau estar, tais como enjoo, dor de cabeça e sensação de fadiga. No dia subsequente aos esforços podem ocorrer sintomas de cansaço físico e dor muscular. Em caso de emergência, o serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU) será acionado imediatamente.

**Sigilo:** As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os nomes dos sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento.

Além disso, os participantes terão o direito de se manterem atualizados sobre tais resultados, podendo buscar informações do estudo na Universidade Federal de Pelotas, com o professor Fabrício Boscolo Del Vecchio e com o pesquisador responsável, Marcelo dos Santos Vaz.

É importante esclarecer que não há despesas pessoais para o participante deste estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Ciente do que foi anteriormente exposto, eu \_\_\_\_\_, estou de acordo em participar desta pesquisa.

Assino este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Pelotas,.....de ..... de 2015.

---

Assinatura do sujeito de pesquisa

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido  
deste sujeito de pesquisa para a participação neste estudo.



---

Fabrício Boscolo Del Vecchio  
Orientador da Pesquisa

**APÊNDICE II – Artigo original redigido nas normas do periódico Journal of  
Strength and Conditioning Research.**

## CARACTERIZAÇÃO DE DEMANDA FISIOLÓGICA E CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS ENERGÉTICOS EM SESSÕES DE TREINAMENTO COM REMOERGÔMETRO

### RESUMO

O objetivo do estudo foi mensurar a contribuição dos sistemas energéticos e caracterizar o impacto fisiológico de sessões de treinamento com remoergômetro. Vinte sujeitos (7 remadores amadores e 13 universitários) remaram três sessões de treino equiparadas pela duração total (40 min): uma contínua (EC = 60%  $VO_{2\max}$ ), uma intermitente com esforços curtos (RST = 9 x 30" [150%  $VO_{2\max}$ ] / 4' [40%  $VO_{2\max}$ ]) e uma intermitente com esforços longos (IL = 8 x 2' [80%  $VO_{2\max}$ ] / 3' [40%  $VO_{2\max}$ ]). Coletaram-se  $VO_2$  antes, durante e após o esforço, concentração de lactato [Lac], creatina quinase ([CK]), frequência cardíaca (FC) e parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca (VFC): LH/HF e RMSSD pré-, pós- e pós 24h do treino. Foi encontrada diferença entre grupos, com maior contribuição aeróbia no EC em comparação às sessões intermitentes ( $p<0,001$ ). Para [Lac], o pós-treino do IL foi maior que o do EC ( $p=0,004$ ). A VFC foi diferente entre momentos, com maior valor nos pós-treinos, em relação aos pré- e pós 24h ( $p<0,001$ ). Já a [CK] seguiu comportamento linear com aumento significativa no pós-treino e no pós 24h ( $p<0,001$ ). Conclui-se que as sessões de treinamento resultaram em contribuição similar dos sistemas energéticos, com predominância aeróbia expressiva e ligeiramente mais pronunciada no EC, em comparação a RST e IL. Portanto, o emprego de treinos contínuos e intermitentes é viável ao se considerar 24 horas de intervalo entre sessões, tempo suficiente para a recuperação dos remadores, independente do tempo de prática dos sujeitos e do tipo de estímulo aplicado.

**Palavras-chave:** Remo, lactato, exercício intermitente.

## Introdução

O remo é um esporte cíclico que exige de seus praticantes elevado nível de potência e capacidade aeróbia (16), combinadas à grande participação de resistência e potência do componente neuromuscular (6), definindo a modalidade como de força e de resistência (15). Assim, o processo de prescrição e controle das cargas é tarefa multifatorial e envolve a aplicação e manejo de diversos tipos de estímulos durante as diferentes fases do treinamento (15, 17, 25). A fim de contribuir com o entendimento deste processo, estudos empregam análises de concentração sanguíneas de metabólicos resultantes do exercício (12, 21, 23, 27), da contribuição dos sistemas energéticos (9, 16, 22) e de fatores relacionados ao desempenho específico em barco ou remoergômetro (15).

No remo, a distribuição de carga de treino é dividida em específica, realizada na água ou no remoergômetro, e outras atividades condicionantes, compostas por exercícios de força, flexibilidade, etc. (10). A parte específica é constituída, em sua maior parte, de esforços contínuos de intensidade baixa ( $\leq 2$  Mmol de lactato sanguíneo – [Lac]) ou moderada ( $\leq 3 - 4$  Mmol [Lac]) e intermitentes de alta intensidade (HIIT) ( $> 4$  Mmol [Lac]), proporcionando configuração polarizada do treinamento (17, 25). A preferência pelos estímulos extensivos pode estar relacionada ao aprimoramento da técnica e eficiência de remada (7), associados a tempo de prática e, em específico em baixa intensidade (13) e a correlação positiva da velocidade no limiar de lactato com o desempenho em teste de 2000 metros máximos (13).

Por outro lado, estudos prévios demonstram que o HIIT é alternativa eficiente no ganho de potência de remada em testes ergométricos (1, 8). Neste sentido, remadores foram testados em dois tipos de protocolos com intervalos curtos (9 x 30 segundos) ou longos (8 x 2,5 minutos) e, ao final de quatro semanas de cada tipo de treino, os mesmos foram capazes de percorrer 2000 metros máximos em menor tempo e com maior potência de remada, além de melhorar a velocidade no limiar de lactato e consumo máximo de oxigênio em teste progressivo máximo (1, 8).

A respeito do perfil fisiológico no controle do treinamento, a [CK] é utilizada no monitoramento do dano muscular associado ao esforço competitivo e de treinamento (14, 23). A literatura determina que, em simulações de competição (23) ou de treinamentos (14), a concentração desta enzima intramuscular aumenta significativamente após o estímulo e seu pico de concentração pode ser encontrado

entre 24 e 72 horas (2, 15). No entanto, a [CK] pode se relacionar positivamente com desempenho (21) e não afetar a performance competitiva, em teste no remoergômetro (14, 20, 21). Considerando o controle autonômico da frequência cardíaca (FC) durante e pós-esforço como procedimento de controle da carga de treino, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem se mostrado alternativa não invasiva para determinação do impacto causado pelo exercício (5), bem como do tempo necessário para recuperação entre sessões (5, 26). Previamente, remadores amadores foram testados em exercícios intermitentes (10 x 1' all-out / 1' passivo e 5 x 1' 90% da voga máxima / 1' 30% da voga máxima) e contínuo (10' a 60% da voga máxima), e demonstraram comportamento semelhante da VFC com aumento significativo dos parâmetros pós-treino e posterior retorno a níveis basais um dia após os treinos (26).

Do ponto de vista da contribuição energética, sabe-se que, em uma simulação de competição, o metabolismo aeróbio predomina em cerca de  $87 \pm 2\%$  da energia dispendida (16); porém, em esforço submáximo de 20 minutos a 50% do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\max}$ ), remadores exibiram oxidação de gordura predominante (9). Em exercício máximo, a 100% do  $VO_{2\max}$ , remadores foram comparados a outras modalidades cíclicas na análise da cinética do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) (22). No entanto, em ambos os estudos citados (16, 21), os demais sistemas energéticos não foram acessados. Ademais, não há na literatura relato de estudo que estimou a contribuição energética em sessões de treinamento no remo, o que poderia contribuir sobremaneira na prescrição de treino para esta modalidade (25). Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi mensurar a contribuição dos sistemas energéticos durante sessões de treinamento com remoergômetro e caracterizar seu impacto fisiológico nos momentos imediatamente pós- e 24 horas pós-exercício.

## Métodos

### Abordagem experimental

Este é um estudo experimental cruzado que apresenta, como variáveis independentes, os fatores treino, grupo e momento e, como dependentes, FC, média ( $FC_{med}$ ) e máxima nos treinos ( $FC_{max}$ ) e no teste progressivo máximo ( $FC_{TPM}$ ), em batimentos por minuto (bpm); VFC: raiz quadrada da média das diferenças sucessivas entre intervalos R-R ao quadrado (RMSSD), que se refere à modulação do ramo parassimpático do sistema nervoso autônomo (SNA), e LF/HF, referente ao

balanço simpato-vagal; o  $\text{VO}_2$  e seus equivalentes em quilocaloria (Kcal), quilojoule (KJ) e litros de oxigênio ( $\text{LO}_2$ ), por sistema energético e valores totais destes; as concentrações sanguíneas de, [Lac] e [CK], a percepção subjetiva de esforço (PSE). As coletas foram realizadas nos momentos pré-treino, durante o esforço ( $\text{VO}_2$  e FC), pico imediatamente após e 24h após as sessões.

O delineamento foi composto de sete encontros, separados por, pelo menos, 48 horas. Na primeira sessão foi conduzida anamnese, avaliação antropométrica e teste progressivo máximo. Nos encontros subsequentes foram realizadas as sessões de treino, no total de três, de forma aleatória e, para cada treino, uma coleta de dados pós 24 horas da sessão. Os treinos foram equiparados por tempo total (40 minutos) e a potência de remada foi calculada a partir da velocidade (em watts) atingida no estágio correspondente ao  $\text{VO}_{2\text{max}}$  durante teste progressivo máximo.

## **Sujeitos**

Fizeram parte do estudo vinte sujeitos, sendo oito remadores amadores ( $83 \pm 8,4$  kg de massa corporal,  $185 \pm 4,9$  cm de estatura,  $192,1$  cm de envergadura e  $28,9 \pm 3,7$  anos de idade, com  $19,3 \pm 8,8$  meses de prática ininterrupta na modalidade) e treze universitários ( $77 \pm 8,4$  kg de massa corporal,  $173 \pm 5,2$  cm de estatura,  $179,4 \pm 6,9$  cm de envergadura e  $26,5 \pm 3,5$  anos de idade), iniciantes na modalidade. Foram incluídas no estudo pessoas fisicamente ativas e livres de lesões. Foram critérios de exclusão foram elencados hábito de fumar, possuir doenças crônicas, fazer uso de suplementos alimentares, anabolizantes ou álcool nas 24 horas antecedentes aos treinos. Todos os envolvidos leram e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido e o estudo foi aprovado pelo comitê de ética local (protocolo: 116016/2015).

## **Procedimentos**

### **Teste progressivo máximo**

O teste progressivo máximo foi uma adaptação do teste de Conconi para remoergômetro, que exibe reprodutibilidade e validade com coeficientes de correlação intraclass de 0,99 e 0,82 para potência de remada e frequência cardíaca, respectivamente (6). Foi utilizado remoergômetro (Concept2™, Morrisville, EUA) com dragagem ajustada em 120, segundo especificação para testes ergométricos em remadores adultos do sexo masculino (19). O teste consiste em remar estágios com intensidade progressiva, começando por 75 watts de potência e incrementos de 25 watts a cada minuto de remada. A avaliação se encerra por

fadiga relatada do sujeito ou por ordem do avaliador, quando o remador não consegue manter a potência de determinado estágio por mais de cinco remadas consecutivas. A potência referente ao estágio onde foi registrado o  $\text{VO}_{2\text{max}}$  é considerada como a potência no  $\text{VO}_{2\text{max}}$  ( $\text{pVO}_{2\text{max}}$ ).

### **Sessões de treinamento**

Os protocolos de treinos, bem como suas prescrições de cargas, foram baseados em estudos prévios, com rotinas de treinos comuns ao cotidiano de remadores (1, 8). Os sujeitos foram orientados a seguir suas rotinas normais de alimentação, dormir adequadamente (pelo menos 8 horas) e não realizar exercícios vigorosos 24 horas antes das sessões de treinos. Ao todo, foram realizadas três sessões de treino, duas intermitentes de alta intensidade e uma contínua, descritas abaixo.

#### **Exercício intermitente com série de *sprints* (RST)**

O RST foi composto de 9 esforços de 30 segundos de remada, em intensidade de 150% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$  e cadência livre, próxima a 36 remadas por minuto, com intervalos de 4 minutos a 40% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$ . O protocolo teve duração de 40 minutos e intensidade média de 95% (1, 8).

#### **Exercício intermitente com esforços longos (IL)**

No IL foram 8 esforços de 2 minutos, com intensidade de 80% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$  e cadência livre, próxima a 24 remadas por minuto, intervalos de 3 minutos a 40% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$  e duração de 40 minutos. A intensidade média foi 60% (1, 8).

#### **Exercício Contínuo (EC)**

O EC consistiu em remar continuamente, sem intervalos, com intensidade de 60% da  $\text{pVO}_{2\text{max}}$  durante 40 minutos, com ritmo de 16 a 20 remadas por minuto (rpm) (8, 17).

#### **Procedimentos de coleta de dados**

No teste progressivo máximo e nas sessões de treino, o  $\text{VO}_2$  foi mensurado com analisador de gases, considerando-se média a cada três expirações (VO2000, MedGraphics, EUA). O aparelho foi calibrado antes e após as coletas de acordo com especificações do fabricante.

A contribuição dos sistemas energéticos durante exercício foi calculada com software específico GEDAE-LaB (3). Para estimação do metabolismo aeróbio, o software sobrepõe os valores de  $\text{VO}_2$  pré- e durante exercício. Para a contribuição

anaeróbia lática, são empregados os equivalentes de oxigênio da [Lac]: a diferença entre [Lac] de repouso e pico pós-exercício é utilizada considerando o acúmulo de 1 mmol.L<sup>-1</sup> igual a 3 mL.O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>. Já para a participação anaeróbia alática, a fase rápida do excesso de consumo de oxigênio pós-exercício é mensurada, a partir da coleta de seis minutos de VO<sub>2</sub> pós-exercício, assumindo o modelo matemático mono-exponencial, de acordo com especificações de uso do software (3). Os valores de consumo energético durante esforço foram expressos em Kcal, KJ, LO<sub>2</sub> e porcentagem relativa a cada sistema energético.

A [Lac] e a [CK] foram mensuradas através da extração de sangue capilar, a partir de punção no lóbulo da orelha após higienização prévia com álcool etílico a 75%. Para a [Lac], 15 µl de sangue foram pipetados em microtubo contendo EDTA no dobro da quantidade de sangue. A análise das amostras foi realizada, imediatamente após a coleta, em lactímetro eletroquímico (YSI, Yellow Springs, EUA), previamente calibrado através de solução padrão com 0,45 g/L de lactato, conforme especificações do fabricante para amostras de lactato (11).

Para a [CK], as amostras de sangue (32 µl) foram pipetas em fita reagente, posteriormente, lidas a partir de fotometria de refletância (Reflotron Analyser®, Boehringer-Mannheim, França). Nos protocolos de treino, a [Lac] foi coletada nos momentos pré-esforço e nos momentos imediatamente pós-, pós 3, 5 e 7 minutos do fim do treino, para determinação da concentração pico pós-esforço. A [CK], nos momentos pré- pós e pós 24 horas do treino.

Para a determinação da FC, foi utilizado monitor cardíaco Polar RS800CX (Polar Electro OY, Kempele, Finlândia), com registro contínuo da FC a cada 1 s. Os dados de FC foram descarregados em software específico (Polar Pro-Trainer™). A VFC foi registrada com o sujeito em decúbito dorsal, por sete minutos nos momentos pré-, pós e pós 24h de cada sessão de treino, sendo considerados para análise os últimos 5 minutos de registro (18). Ao final das sessões a coleta da VFC começou depois do término das demais coletas pós-treino, aferidas ainda no remoergômetro ([Lac], [CK] e VO<sub>2</sub>), de modo que a frequência cardíaca já estivesse estável, de acordo com as diretrizes de coleta da VFC (24).

### **Análise estatística**

A normalidade dos dados foi verificada por teste de Shapiro-Wilk e os valores de média e desvio padrão ( $\pm$ ) foram utilizados como medidas de centralidade e dispersão. As comparações entre protocolos de treinos foram realizadas com análise

de variância de três caminhos (protocolo x grupo x momento), com medidas repetidas no fator momento. A esfericidade foi verificada com teste de Mauchly e, quando violada, foi empregada correção de Greenhouse-Geisser. *Post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificação das diferenças significantes. O nível de significância adotado foi de 5%. As análises estatísticas foram conduzidas no SPSS, v.20.

## Resultados

Na análise de consumo energético durante exercício, foram observadas diferenças na contribuição aeróbia entre grupos no IL para Kcal, KJ e LO<sub>2</sub> ( $F_{1,18} = 4,96$ ,  $\eta^2 = 0,22$ ,  $p = 0,04$ ,  $F_{1,18} = 5,93$ ,  $\eta^2 = 0,25$ ,  $p = 0,03$ ,  $F_{1,18} = 5,13$ ,  $\eta^2 = 0,22$ ,  $p = 0,04$ , respectivamente), com valores maiores no grupo remadores. Considerando o consumo anaeróbio lático, o EC apresentou diferença entre grupos nas variáveis KJ ( $F_{1,18} = 22,97$ ,  $\eta^2 = 0,56$ ,  $p < 0,001$ ) e LO<sub>2</sub> ( $F_{1,18} = 24,06$ ,  $\eta^2 = 0,57$ ,  $p < 0,001$ ), com menores valores para o grupo de não remadores. Já no componente anaeróbio alático, as três variáveis exibiram diferença significativa entre grupos no EC ( $F_{1,18} = 5,61$ ,  $\eta^2 = 0,34$ ,  $p = 0,03$ ,  $F_{1,18} = 6,81$ ,  $\eta^2 = 0,26$ ,  $p = 0,02$ ,  $F_{1,18} = 5,71$ ,  $\eta^2 = 0,24$ ,  $p = 0,03$ , respectivamente para Kcal, KJ e LO<sub>2</sub>), também com menores valores para o grupo de não-remadores.

Em relação ao consumo total de energia, o IL foi diferente entre grupos no KJ total ( $F_{1,18} = 5,29$ ,  $\eta^2 = 0,34$ ,  $p = 0,03$ ) e no LO<sub>2</sub> total ( $F_{1,18} = 5,25$ ,  $\eta^2 = 0,23$ ,  $p = 0,03$ ), sendo inferiores entre não remadores. As médias das variáveis, segundo sistema energético, treino e grupo estão dispostas na tabela 1.

\*\*\*inserir tabela 1 aqui\*\*\*

Considerando valores relativos (em %), entre treinos, houve diferença estatística entre as contribuições aeróbia ( $F_{2,54} = 18,72$ ,  $\eta^2 = 0,41$ ,  $p < 0,001$ ), anaeróbia lática ( $F_{2,54} = 3,26$ ,  $\eta^2 = 0,11$ ,  $p = 0,05$ ) e anaeróbia alática ( $F_{2,54} = 10,68$ ,  $\eta^2 = 0,28$ ,  $p < 0,001$ ). As mesmas ocorreram entre o EC e os intermitentes RST e IL nas contribuições aeróbia ( $p < 0,001$ ) e anaeróbia alática ( $p = 0,003$  para EC e RST e  $p < 0,001$  para EC e IL) e entre EC e IL para a contribuição anaeróbia lática ( $p = 0,04$ ). Os valores de média e desvio padrão relativos dos sistemas energéticos entre treinos e grupos estão representados na figura 1.

\*\*\*inserir figura 1 aqui\*\*\*

Para a [Lac] houve diferença estatística entre momentos ( $F_{7,126} = 59,92$ ,  $\eta^2 = 0,77$ ,  $p < 0,001$ ), com interação significativa entre os fatores treino e momento ( $F_{6,162}$

= 3,31,  $\eta^2 = 0,11$  p = 0,004). Estas ocorreram entre os momentos de [Lac] pico dos três treinos, em relação aos momentos pré-aquecimento, pré-treino, e pós 24 horas, no mesmo treino (p < 0,001). Também foi apontada diferença entre a [Lac] pico do EC em comparação a do IL, nos dois grupos (p = 0,004). A [CK] foi estatisticamente diferente entre momentos ( $F_{1,18} = 1,19$ ,  $\eta^2 = 0,62$ , p = 0,03), mas não entre grupos ( $F_{1,18} = 1,19$ ,  $\eta^2 = 0,62$ , p = 0,03). Ainda, esta variável seguiu comportamento linear no fator momento ( $F_{1,18} = 29,50$ ,  $\eta^2 = 0,62$ , p < 0,001), e os dados de [Lac] e [CK] estão dispostos na tabela 2.

\*\*\*inserir tabela 2 aqui\*\*\*

Na variável PSE, remadores assinalaram  $8 \pm 1,6$  u.a. para RST,  $7,6 \pm 1,9$  u.a. para IL, e  $7,4 \pm 1,1$  u.a para EC; enquanto não remadores indicaram  $7,2 \pm 0,8$  u.a. no RST,  $9 \pm 0,8$  u.a. no IL e  $8,2 \pm 0,9$  u.a. no EC, sem diferenças entre grupos ( $F_{1,54} = 2,43$ ,  $\eta^2 = 0,04$ , p = 0,13) e treinos ( $F_{2,54} = 1,60$ ,  $\eta^2 = 0,06$ , p = 0,21). Porém, foi constatada interação entre os fatores grupo e treino ( $F_{2,54} = 4,37$ ,  $\eta^2 = 0,14$ , p = 0,02), com o pós-treino do IL foi maior que os demais treinos no grupo de não remadores (p = 0,003).

Em relação às análises da frequência cardíaca, para a  $FC_{med}$ , não foi verificada diferença entre grupos ( $F_{1,18} = 1,38$ ,  $\eta^2 = 0,07$ , p = 0,25), nem entre treinos ( $F_{3,53} = 2,06$ ,  $\eta^2 = 0,10$ , p = 0,11). Porém, na comparação desta com a frequência cardíaca máxima, atingida no teste progressivo máximo  $FC_{TPM}$ , houve diferença estatística ( $F_{3,54} = 149,3$ ,  $\eta^2 = 0,89$ , p < 0,001), identificadas entre a  $FC_{TPM}$ , de ambos os grupos, com as  $FC_{med}$  de todos os treinos (p < 0,001). Para a frequência cardíaca máxima durante os treinos ( $FC_{max}$ ) não houve diferença entre grupos ( $F_{3,53} = 2,06$ ,  $\eta^2 = 0,10$ , p = 0,11).

Contudo, entre treinos houve significância estatística ( $F_{3,54} = 20,52$ ,  $\eta^2 = 0,53$ , p < 0,001), sendo estas entre a  $FC_{max}$  do EC para a máxima dos outros treinos (p = 0,002 para EC com RST, p = 0,009 para EC com IL) e para a  $FC_{TPM}$  (p = 0,001) para o grupo remadores. Para o grupo não remadores, encontraram-se diferenças entre a  $FC_{max}$  do EC para a do IL (p = 0,01) e para a  $FC_{TPM}$  (p = 0,003).

Nos parâmetros da VFC, foi verificado comportamento similar nas variáveis LF/HF e RMSSD. Ambas apresentaram função quadrática entre os momentos pré-treino, pós-treino e pós 24 horas (p < 0,001), com diferenças estatísticas entre momentos do LF/HF ( $F_{2,36} = 36,89$ ,  $\eta^2 = 0,67$ , p < 0,001) e do RMSSD ( $F_{2,36} = 45,01$ ,  $\eta^2 = 0,71$ , p < 0,001). Os dados com média  $\pm$  dp de FC e VFC são apresentados nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

**\*\*\*inserir tabela 3 e 4 aqui\*\*\***

Por fim, na potência de remada houve diferença significativa entre grupos, com valores maiores para remadores, em comparação aos não-remadores, no RST ( $423 \pm 51,56$  W vs  $357,46 \pm 47,44$  W;  $F_{1,18} = 8,19$ ,  $\eta^2 = 0,32$ ,  $p = 0,01$ ), IL ( $229,29 \pm 25,24$  W vs  $190,77 \pm 25,32$  W;  $F_{1,18} = 10,55$ ,  $\eta^2 = 0,37$ ,  $p = 0,004$ ) e no EC ( $168,57 \pm 22,68$  W vs  $144,62 \pm 17,73$  W;  $F_{1,18} = 6,85$ ,  $\eta^2 = 0,28$ ,  $p = 0,02$ ). Observou-se também, diferença estatística entre treinos para a potência média de remada ( $F_{2,54} = 240,09$ ,  $\eta^2 = 0,90$ ,  $p < 0,001$ ).

## Discussão

O principal objetivo do estudo foi mensurar a contribuição dos sistemas energéticos durante diferentes sessões de treino em remoergômetro. Até o presente momento, investigações prévias descreveram esforços competitivos (16) ou máximos do tipo *all-out* (22), em detrimento a exercícios com duração e intensidade de treinamentos reais. Os principais achados apontam para diferenças de dispêndio do metabolismo aeróbio (~95%), frente aos anaeróbios lático (~2)% e alático (~3%), nos diferentes protocolos de treino e as consequentes diferenças entre resultantes metabólicos destes sistemas, entre grupos de remadores e não remadores. A [Lac] e a VFC também apresentaram aumentos significativos nos momentos pós-treino em todas as sessões, com posterior retorno aos níveis basais 24 horas após os treinos.

Em relação ao EC, os resultantes energéticos em KJ e LO<sub>2</sub> no metabolismo anaeróbio lático e Kcal, KJ e LO<sub>2</sub> no alático foram menores no grupo de não remadores. Estes resultados podem ser explicados pelo tempo de prática e pela a melhor adaptação dos remadores a treinos contínuos. O perfil de distribuição de estímulos no remo é de cerca de 70% de atividades específicas, em barco ou remoergômetro e, destas, 90% em intensidades leves ou moderadas (intensidade  $\leq 60\% \text{ } \text{VO}_{2\text{max}}$ ) praticadas de modo contínuo, em longas quilometragens (17, 25). Dessa forma, os ajustes centrais decorrentes do treinamento extensivo aprimoraram o aporte energético por parte do metabolismo oxidativo (8, 9).

Esta maior eficiência evidencia-se nos resultados do grupo de remadores que realizou os três treinos com maior potência de remada, porém com valores similares de [Lac] pico, FC e VFC, e menor PSE, comparado aos não remadores. Estes resultados são suportados por outros estudos que avaliaram as práticas de remadores e constaram melhora no desempenho em periodizações que envolveram

prioritariamente esforços contínuos em combinação a estímulos intermitentes (18, 25).

A experiência prévia em remoergômetro também pode estar associada à diferença evidenciada entre grupos nos determinantes aeróbios e anaeróbios no IL. Neste treino, foram observados valores menores de KJ e LO<sub>2</sub> totais, além de menor contribuição aeróbia para os não remadores. Um fator relacionado com o tempo de prática é o padrão técnico de remada que, por sua vez, influencia a sinergia entre os diferentes grupamentos musculares ativos durante o esforço, proporcionando que maior potência seja gerada em sujeitos treinados na modalidade, em comparação a iniciantes (20).

Além disto, diferentes ritmos de remada foram testados em remadores e não remadores e constatou-se que iniciantes perdem padrão de remada (avaliada pelo tamanho da remada, tempo nos ciclos de propulsão/retorno e força da remada), em vogas mais altas (7). Dessa forma, a capacidade de manutenção de um padrão consistente de movimento pode ter contribuído para que os remadores do presente estudo alcançassem maior potência no teste progressivo máximo e nas sessões de treino, resultando em maior dispêndio energético em comparação com os não remadores, principalmente no IL, onde os esforços de alta intensidade, com ritmo de remada alto, foram mais prolongados.

Além de diferenças no dispêndio energético, o IL também proporcionou maior [Lac] pico em relação ao EC para ambos os grupos (34% e 50% maior), além de PSE e FC<sub>max</sub> superiores no grupo de não remadores. Parece que, ao remar em exercícios intervalos de alta intensidade, a duração dos esforços pode afetar mais no impacto fisiológico pós-treino do que a intensidade. Enquanto o RST foi composto de estímulo supra máximo (150% da pVO<sub>2max</sub>), com intensidade média de 95%, o IL foi cumprido com intensidade submáxima (80% da pVO<sub>2max</sub>) e intensidade média de 60%. Mesmo assim, o maior tempo de esforço intenso (8 x 2 minutos no IL / 9 x 30 segundos no RST) foi responsável por causar maior impacto fisiológico, inferido pela [Lac] pico, em ambos os grupos, e PSE e FC<sub>max</sub> nos não remadores. Esta tendência confirma a definição de estímulos e respostas fisiológicas de diferentes tempos de esforço proposta na literatura para o HIIT, sendo que, quanto mais prolongados os esforços, maior a exigência do sistema glicolítico, provocando também maior impacto neuromuscular (4).

Das variáveis de controle de treino avaliadas no momento pós 24 horas, a [CK] foi a única que não retornou a níveis basais. A [Lac] e os parâmetros da VFC,

assim como a [CK], tiveram aumento significativo no momento pós-treino. Porém, enquanto as duas primeiras não apresentaram diferenças entre momentos pré-treino e pós 24h, a [CK] observou comportamento linear, com aumento do momento pré-treino para o pós-treino e deste para o momento pós 24 horas. Em esforço competitivo, foi constatado comportamento similar da [CK] em remadores treinados (23), e em estudo com HIIT, também foi evidenciado aumento significativo da [CK] em esforços de diversas durações (de 5 a 240 segundos) (27). O comportamento linear da [CK] concorda também com estudos prévios que determinam o pico de concentração desta enzima entre 24 e 72 horas após o esforço (12, 27).

Nas medidas referentes ao SNA, as variáveis RMSSD e LF/HF referentes a ramo parassimpático e ao balanço simpato-vagal, respectivamente, tiveram comportamento semelhante, com diferença pós-treino e retorno ao nível de repouso pós 24h. O ramo parassimpático do SNA é responsável por diminuir a FC, enquanto o simpático por aumenta-la (24). Isto pode explicar o valor significativamente baixo da variável RMSSD logo após os esforços, visto que, nestes momentos, o mesmo encontra-se suprimido pela ação do ramo simpático, altamente ativado após esforços (26). Este comportamento confirma-se pelo aumento da razão LF/HF também no pós-treino, demonstrando o aumento da participação simpática, representada pelo LF, no controle autonômico da FC.

Constata-se que o impacto dos treinos foi elevado no momento logo após os esforços, mas talvez não tenha sido suficiente para prejudicar a recuperação do controle autonômico da frequência cardíaca no dia seguinte aos treinos (5), provavelmente em função da natureza aguda dos registros. Deste modo, pode-se afirmar que, do ponto de vista do SNA, avaliado pela VFC, ambos os grupos se recuperaram dos treinos 24 horas após. Estes dados são similares a estudo prévio com remadores amadores que executaram três tipos de estímulos, sendo um contínuo e dois intermitentes, com mesma duração e intensidade média e também tiveram diferenças significativas no momento imediatamente após o treino, com posterior retorno a níveis basais um dia após os esforços (26).

Portanto, comprehende-se que sessões de treinamento em remoergômetro com duração e intensidade semelhantes ao que é realizado por atletas de elite resultam em contribuição similar dos sistemas energéticos entre diferentes treinos, com predominância aeróbia expressiva e ligeiramente mais pronunciada no esforço contínuo, em comparação a intermitentes de alta intensidade, sem diferenças entre grupos de remadores amadores e não remadores.

Em relação a outras variáveis de controle de treino, observaram-se diferenças entre treinos nos intermitentes de alta intensidade, onde a duração dos esforços foi determinante para maior impacto fisiológico, confirmado pela maior [Lac], FC e PSE do treino IL em relação ao RST e EC. Portanto, treinos contínuos e intermitentes de alta intensidade podem ser empregados de acordo com o objetivo do treino e impacto desejado, considerando que 24 horas de intervalo entre sessões pode ser tempo suficiente para a recuperação dos remadores, independente do tempo de prática dos sujeitos e do tipo de estímulo aplicado.

### **Aplicações práticas**

É importante ressaltar que o presente estudo é pioneiro na apresentação da contribuição dos sistemas energéticos e demais variáveis de controle em sessões de treino cotidianas a remadores e não atletas. A partir destes resultados, pode-se compreender que, do ponto de vista dos sistemas energéticos, há pouca diferença entre os estímulos contínuo e intermitente, especialmente quando estes forem ambos de longa duração.

Por outro lado, destaca-se que, quando intermitente de alta intensidade, o tempo em atividade de esforço é diretamente proporcional à magnitude do impacto fisiológico provocado, podendo ser o grande diferencial entre diferentes treinos de alta intensidade. Ademais, treinadores e praticantes podem escolher entre empregar sessão contínua intensa ou intermitente de alta intensidade, sabendo que o impacto entre estes treinos pode ser semelhante e que, sob o ponto de vista da maior parte das variáveis de controle de treino aqui analisadas, os sujeitos estarão recuperados 24 horas após a sessão, mesmo com estímulos supra máximos.

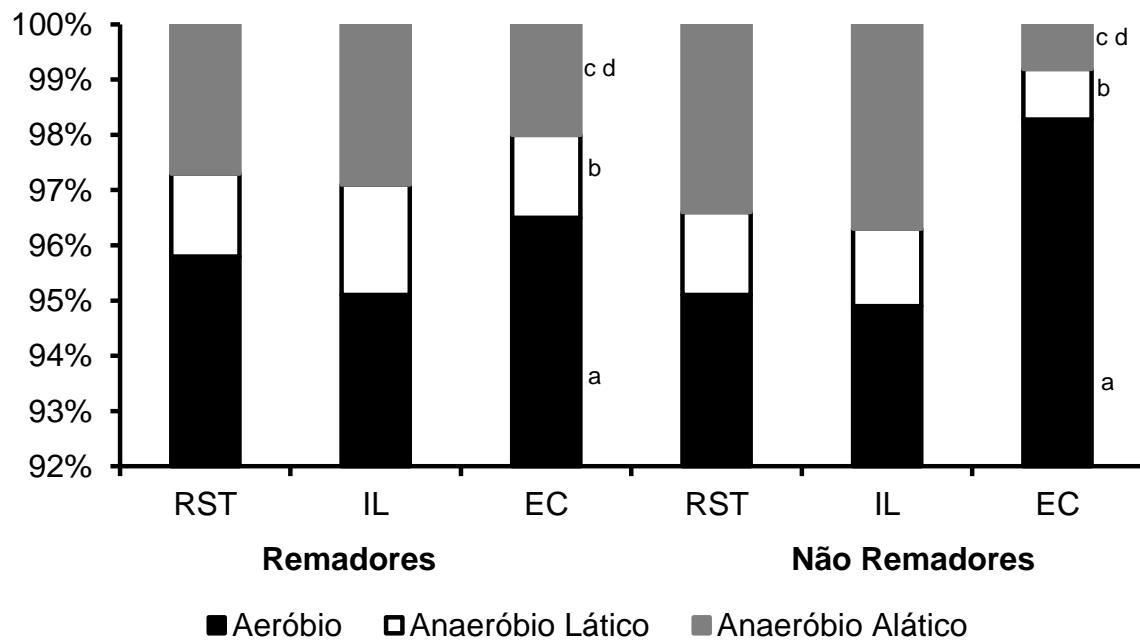
### **Referências**

1. Akca F, Aras D. Comparison of rowing performance improvements following various high intensity interval trainings. *J Strength Cond Res* 29: 2249-2254, 2015.
2. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv Clin Chem* 56: 1-54, 2012.
3. Bertuzzi R, Melegati J, Bueno S, Ghiarone T, Pasqua LA, Gaspari AF, et al. GEDAE-LaB: A free software to calculate the energy system contributions during exercise. *PLoS One* 11: e0145733, 2016.

4. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med* 43: 313-338, 2013.
5. Carter JB, Banister EW, Blaber AP. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Med* 33: 33-46, 2003.
6. Çelik Ö, Koşar ŞN, Korkusuz F, Bozkurt M. Reliability and validity of the modified conconi test on concept II rowing ergometers. *J Strength Cond Res* 19: 871-877, 2005.
7. Cerne T, Kamnik R, Vesnicer B, Zganec Gros J, Munih M. Differences between elite, junior and non-rowers in kinematic and kinetic parameters during ergometer rowing. *Hum Mov Sci* 32: 691-707, 2013.
8. Driller MW, Fell JW, Gregory JR, Shing CM, Williams AD. The effects of high-intensity interval training in well-trained rowers. *Int J Sports Physiol Perform* 4: 110-121, 2009.
9. Egan B, Ashley DT, Kennedy E, O'Connor PL, O'Gorman DJO. Higher rate of fat oxidation during rowing compared with cycling ergometer exercise across a range of exercise intensities. *Scan J Med Sci Sports* 26: 630-637, 2015.
10. Guellich A, Seiler S, Emrich E. Training methods and intensity distribution of young world-class rowers. *Int J Sports Physiol Perform* 4: 448-460, 2009.
11. Hart S, Drevets K, Alford M, Salacinski A, Hunt BE. A method-comparison study regarding the validity and reliability of the Lactate Plus analyzer. *B Med J* 3: 1-8, 2013.
12. Howatson G, Milak A. Exercise-induced muscle damage following a bout of sport specific repeated sprints. *J Strength Cond Res* 23: 2419-2424, 2009.
13. Ingham SA, Carter H, Whyte GP, Doust JH. Physiological and performance effects of low- versus mixed-intensity rowing training. *Med Sci Sports and Exerc* 40: 579-584, 2008.
14. Kokalas N, Tsalis G, Tsigilis N, Mougios V. Hormonal responses to three training protocols in rowing. *Eur J Appl Physiol* 92: 128-132, 2004.
15. Mäestu J. The perceived recovery-stress state and selected hormonal markers of training stress in highly trained male rowers [Tese (doutorado em ciências do esporte)]. Tartu, Estônia: Universitiy of Tartu; 2004.

16. Mello FC, Bertuzzi RCM, Grangeiro PM, Franchini E. Energy systems contributions in 2,000 m race simulation: a comparison among rowing ergometers and water. *Eur J Appl Physiol* 107: 615-619, 2009.
17. Nolte V. Rowing Faster. USA: Human Kinetics; 2011.
18. Plews DJ, Laursen PB, Kilding AE, Buchheit M. Heart-rate variability and training-intensity distribution in elite rowers. *Int J Sports Physiol Perform* 9: 1026-1032, 2014.
19. Rice AJ, Osborne MA. Rowers. Physiological Tests for Elite Athletes. 2 ed. Australia: Human Kinetics; 2013.
20. Shaharudin S, Zanotto D, Agrawal S. Muscle Synergies of Untrained Subjects during 6 min Maximal Rowing on Slides and Fixed Ergometer. *J Sports Sci Med* 13: 793-800, 2014.
21. Smith TB, Hopkins WG, Lowe TE. Are there useful physiological or psychological markers for monitoring overload training in elite rowers? *Int J Sports Physiol Perform* 6: 469-484, 2011.
22. Sousa A, Rodriguez FA, Machado L, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. Exercise modality effect on oxygen uptake off-transient kinetics at maximal oxygen uptake intensity. *Exp Physiol* 100: 719-729, 2015.
23. Stejnborn AS, Basta P, Trzeciak J, Pilaczyn'ska LS. Effect of intense physical exercise on hepcidin levels and selected parameters of iron metabolism in rowing athletes. *Eur J Appl Physiol* 115: 345-351, 2015.
24. Task-Force. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation* 93: 1043-1065, 1996.
25. Tran J, Rice AJ, Main LC, Gastin PB. Profiling the training practices and performance of elite rowers. *Int J Sports Physiol Perform* 10: 572-580, 2014.
26. Vaz MS, Picanco LM, Del Vecchio FB. Effects of different training amplitudes on heart rate and heart rate variability in young rowers. *J Strength Cond Res* 28: 2967-2972, 2014.

27. Wiewelhove T, Fernandez-Fernandez J, Raeder C, Kappenstein J, Meyer T, Kellmann M, et al. Acute responses and muscle damage in different high-intensity interval running protocols. *J Sports Med Phys Fitness* 56: 606-615, 2016.



**Figura 1.** Contribuição dos sistemas energéticos segundo treino e grupo.

RST: exercício intermitente com esforços curtos. IL: exercício intermitente com esforços longos. EC: exercício contínuo. <sup>a</sup> = maior que RST e IL,  $p < 0,001$ . <sup>b</sup> = menor que IL,  $p = 0,04$ . <sup>c</sup> = menor que RST,  $p = 0,003$ . <sup>d</sup> = menor que IL,  $p < 0,001$ .

**Tabela 1.** Contribuição dos sistemas energéticos em três exercícios no remoergômetro, segundo grupo.

	Remadores (n = 7)			Não remadores (n = 13)		
	Kcal	KJ	LO <sub>2</sub>	Kcal	KJ	LO <sub>2</sub>
<b>RST</b>						
Aeróbio	445,3 ± 73,6	1863 ± 308	89,1 ± 14,7	383,9 ± 65,3	1618,5 ± 271,6	77,3 ± 13
Anaeróbio Lático	7,1 ± 3	29,5 ± 12,4	1,4 ± 0,6	5,6 ± 1,8	23,7 ± 7,5	1,2 ± 0,3
Anaeróbio Alático	12,4 ± 4,2	52,1 ± 17,7	2,5 ± 0,8	12,5 ± 2,9	53,8 ± 11,7	2,5 ± 0,6
Total	464,8 ± 75,2	1944,6 ± 314,5	93 ± 15	402 ± 66,1	1696 ± 281,5	81 ± 13,2
<b>IL</b>						
Aeróbio	481 ± 82,5 <sup>a</sup>	2013,9 <sub>b</sub> ± 344,5	96,4 <sub>a</sub> ± 16,4	402,9 ± 70,7	1645,7 ± 310,9	80,5 ± 14,2
Anaeróbio Lático	6,9 ± 2,1	29,1 ± 8,7	1,4 ± 0,4	5,8 ± 1,6	24,2 ± 6,9	1,2 ± 0,3
Anaeróbio Alático	17,9 ± 6,2	74,7 ± 3,6	3,6 ± 1,2	15,6 ± 5	66,4 ± 20,7	3,2 ± 1
Total	505,8 ± 5,4	2117,7 ± 359,3	101,4 ± 17	424,3 ± 78,2	1736,3 <sub>c</sub> ± 322,1	84,9 ± 0,8 <sup>c</sup>
<b>EC</b>						
Aeróbio	504,7 ± 121,7	2111,7 ± 509,1	100,9 ± 24,3	453,9 ± 118,7	1888 ± 497,6	89,4 ± 24,1
Anaeróbio Lático	11,2 ± 14,2	23,6 ± 6,4	1,1 ± 0,3	3,4 ± 0,7	13,6 ± 3,1 <sup>e</sup>	0,6 ± 0,2 <sup>e</sup>
Anaeróbio Alático	13,1 ± 6	54,6 ± 25,2	2,6 ± 1,2	8,8 ± 1,8 <sup>f</sup>	37,2 ± 7,3 <sup>g</sup>	1,7 ± 0,4 <sup>f</sup>
Total	529 ± 133	2189,9 ± 530,7	104,6 ± 25,4	466,1 ± 119	1938,8 <sub>g</sub> ± 496,1	91,7 ± 26 <sup>g</sup>

RST: exercício intermitente com esforços curtos. IL: exercício intermitente com esforços longos. EC: exercício contínuo. Kcal = quilocaloria. KJ = quilojoule. LO<sub>2</sub> = litros de oxigênio. <sup>a</sup> = maior que o grupo não remadores, p = 0,04. <sup>b</sup> = maior que o grupo não remadores, p = 0,03. <sup>e</sup> = menor que o grupo remadores, p <0,001. <sup>f</sup> = menor que o grupo remadores, p = 0,03. <sup>g</sup> = menor que o grupo remadores, p = 0,03. <sup>c</sup> = menor que o grupo remadores, p = 0,03.

**Tabela 2.** Concentração de lactato entre treinos e grupos nos diferentes momentos de coleta.

Remadores (n = 7)			Não remadores (n = 13)			
	RST	IL	EC	RST	IL	EC
<b>Concentração de lactato (mmol/L)</b>						
Pré-aquecimento	1,22 ± 0,71	0,83 ± 0,13	1,64 ± 1,22	1,41 ± 0,71	1,28 ± 0,69	1,23 ± 0,42
Pré-treino	1,82 ± 0,62	2,95 ± 1,95	2,70 ± 1,83	2,85 ± 1,76	2,79 ± 3,06	2,54 ± 1,31
Pós-treino	7,78 ± 3,43 <sup>a</sup>	7,97 ± 3,91 <sup>a</sup>	5,96 ± 2,26 <sup>a b</sup>	8,51 ± 2,64 <sup>a</sup>	9,20 ± 4,93 <sup>a</sup>	6,12 ± 2,69 <sup>a b</sup>
Pós 24 horas	1,21 ± 0,52	1,16 ± 0,53	1,89 ± 1,29	1,20 ± 0,51	1,29 ± 0,67	1,23 ± 0,56
<b>Concentração de creatina quinase (U/L)</b>						
Pré-treino	201,6 ± 44	226,3 ± 70,6	323,3 ± 99,7	224,5 ± 95,1	212,8 ± 72,4	173,5 ± 63,3
Pico pós-treino	238,9 ± 64,6	233,3 ± 105,5	373,9 ± 178,3	275,5 ± 102,4	243,5 ± 70,3	221,2 ± 69
Pós 24 horas	313,4 ± 179,6	270,4 ± 157,5	342,3 ± 169,7	306,5 ± 130,6	266,3 ± 97,4	322,8 ± 121,4

RST: exercício intermitente com esforços curtos. IL: exercício intermitente com esforços longos. EC: exercício contínuo.

<sup>a</sup> = maior que os momentos pré-aquecimento, pré-treino e pós 24 horas no mesmo treino,  $p < 0,001$ .

<sup>b</sup> = menor que IL nos dois grupos,  $p = 0,004$ .

**Tabela 3.** Média  $\pm$  dp da frequência cardíaca máxima, média e no teste progressivo máximo.

Remadores (n = 7)			Não remadores (n = 13)			
FC						
	RST	IL	EC	RST	IL	EC
FC <sub>max</sub>	193,4 $\pm$ 8,9	192 $\pm$ 4,9	178,9 $\pm$ 2,6 <sup>a,b</sup>	187,3 $\pm$ 9,2	191,4 $\pm$ 5,7	182,1 $\pm$ 14,7 <sup>c</sup>
$\Delta$ FC <sub>max</sub> FC <sub>TPM</sub>	5,7	7,1	20,3	7,2	3,1	12,4
FC <sub>med</sub>	163 $\pm$ 9	162 $\pm$ 8,7	170,6 $\pm$ 10,5	153,2 $\pm$ 11,9	162,2 $\pm$ 9	166,7 $\pm$ 12,6 <sup>d</sup>
$\Delta$ FC <sub>med</sub> FC <sub>TPM</sub> <sup>e</sup>	36,1	37,1	28,6	41,3	32,3	27,8

RST: exercício intermitente com esforços curtos. IL: exercício intermitente com esforços longos. EC: exercício contínuo. <sup>a</sup> = menor que a FC<sub>max</sub> do RST e IL (p = 0,002 para EC com RST, p = 0,009 para EC com IL). <sup>b</sup> = menor que a FC<sub>TPM</sub>, p = 0,001. <sup>c</sup> = menor que FC<sub>max</sub> do IL, p = 0,01. <sup>d</sup> = menor que FC<sub>TPM</sub>, p = 0,003. <sup>e</sup> = maior que a FC<sub>med</sub> de todos os treinos, nos dois grupos p < 0,001.

**Tabela 4.** Média  $\pm$  dp dos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca.

	Remadores (n = 7)			Não remadores (n = 13)		
	RST	IL	EC	RST	IL	EC
<b>Pré-treino</b>						
LF/HF (ms <sup>2</sup> )	1,2 $\pm$ 0,9	1,4 $\pm$ 1	1,3 $\pm$ 0,7	1,7 $\pm$ 1,5	2,2 $\pm$ 2,1	1,3 $\pm$ 0,8
RMSSD (ms)	59,7 $\pm$ 39,1	67,2 $\pm$ 16,9	62,7 $\pm$ 22,4	54,9 $\pm$ 41,5	63,9 $\pm$ 7,5	60,9 $\pm$ 37,8
<b>Pós-treino</b>						
LF/HF (ms <sup>2</sup> )	7,8 $\pm$ 6,1*	3,1 $\pm$ 2*	7,9 $\pm$ 5,7*	7,8 $\pm$ 6,1*	5,4 $\pm$ 2-7*	6,2 $\pm$ 4,2*
RMSSD (ms)	9 $\pm$ 6,7*	18,5 $\pm$ 20,1*	9,3 $\pm$ 6,3*	6,4 $\pm$ 4,1*	9 $\pm$ 5,8*	9,9 $\pm$ 4,3*
<b>Pós 24h</b>						
LF/HF (ms <sup>2</sup> )	1,5 $\pm$ 1,2	1,8 $\pm$ 1,1	1,6 $\pm$ 0,8	2,4 $\pm$ 3,7	1,5 $\pm$ 1,4	1,4 $\pm$ 1,3
RMSSD (ms)	63,3 $\pm$ 34,8	58,7 $\pm$ 42,6	64,1 $\pm$ 10,6	55,1 $\pm$ 34,7	60,3 $\pm$ 8,8	60,7 $\pm$ 4,5

RST: exercício intermitente com esforços curtos. IL: exercício intermitente com esforços longos. EC:

exercício contínuo. \* = diferente dos momentos pré- e pós 24h, no mesmo treino e grupo ( $p < 0,001$ ).