

# Valor preditivo de um protocolo progressivo para a prova de 1000 m em kayak ergómetro

## Autor

André Bastos Coelho<sup>1</sup>

Luis Rama<sup>1</sup>

[andrebastoscoelho@hotmail.com](mailto:andrebastoscoelho@hotmail.com)

## Resumo

**Introdução:** Este estudo teve como objetivo avaliar os fatores determinantes do rendimento e da contribuição metabólica na competição de 1000m em Kayak ergómetro, em jovens atletas praticantes de Canoagem. A amostra foi constituída por 12 atletas jovens de Canoagem idade  $16,0 \pm 1,1$  anos; massa corporal  $63,8 \pm 7,2$ kg; estatura  $174,9 \pm 7,2$ cm; % da estatura matura predita de  $100,1 \pm 5,7\%$ ; horas de treino semanal  $10,5 \pm 2,4$  horas. **Metodologia:** O desenho do estudo consistiu na realização de 2 protocolos em kayak ergómetro com um intervalo de 48 horas. No primeiro os atletas foram submetidos a um protocolo incremental em kayak ergómetro iniciando a  $8\text{Km.h}^{-1}$  e incrementos de velocidade de  $1\text{ km.h}^{-1}$  por cada patamar de 2 minutos até à exaustão. No segundo, realizaram um teste máximo de 1000m após 48H. **Resultados:** No protocolo incremental alcançaram um valor de  $\text{VO}_2$  max abs  $3,4 \pm 0,6$  (L.min<sup>-1</sup>), potência  $138,5 \pm 24,5$  watt e, uma VAM de  $13 \pm 0,5$ km/h. O teste máximo de 1000m teve duração média de  $292,25 \pm 15$  segundos, uma % da VAM  $97 \pm 2,8$  %, do  $\text{VO}_2$  max de  $90 \pm 6,5\%$  e da PAM de  $95,7 \pm 16,6\%$ . Verificou-se uma associação dos parâmetros morfológicos e maturacionais com a performance no teste máximo de 1000m. **Discussão:** Foi verificada a existência de correlação significativas entre as seguintes variáveis e a performance no teste máximo de 1000m: idade, PAM, Cadência,  $\text{VO}_2$  max abs, VLv1, VLv2 e FC Lv1. Confirmou-se um contributo anaeróbio importante ( $12,4 \pm 2,4$  mmol.L<sup>-1</sup>). **Conclusão:** A performance numa prova máxima 1000m pode ser predita através da PAM e da cadência registada no patamar onde o  $\text{VO}_2$  max foi atingido num protocolo incremental. O modelo de regressão encontrado aponta para uma explicação ajustada de  $(R^2) = 84,5\%$ .

## Palavras-chave

Jovens canoístas, Kayak ergómetro, maturação, morfologia,  $\text{VO}_2$ max

---

<sup>1</sup> Research Center of Sport and Physical Activity - Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra

## INTRODUÇÃO

Considerando os aspetos que são importantes e que podem explicar o rendimento em kayak ergómetro, foi objetivo deste estudo avaliar o valor preditivo da capacidade cardiorrespiratória, participação metabólica, antropométrica, indicadores biomecânicos e maturacionais no desempenho na prova de 1000m de jovens atletas praticantes de Canoagem – regatas em linha. Na Canoagem portuguesa os atletas que obtêm melhores resultados entre os 13 e os 16 anos de idade são normalmente avançados maturacionalmente, possuindo maiores comprimentos dos membros, maior quantidade de massa magra, reduzido grau de gordura subcutânea, apresentando maiores estatura e altura sentado que um adolescente comum<sup>1</sup>, evidenciando características predominantemente ecto-mesomorfas<sup>29</sup>. A distância de 1000m tendo uma duração de 315 segundos, apresentando aproximadamente uma contribuição aeróbia de 78,6 %, e anaeróbia de 21,4%<sup>35</sup>. Os esforços em Canoagem caracterizam-se por uma grande exigência do aparelho cardio-circulatório e respiratório, na utilização periférica do oxigénio e, ao mesmo tempo, uma grande capacidade de produzir trabalho, através da via metabólica anaeróbica láctica<sup>5</sup>. No que diz respeito a contribuição do metabolismo anaeróbio, foi observado um grande aumento das concentrações sanguíneas de lactato logo após uma competição de 1000m de cerca de 13 mmol.L<sup>-1</sup>, sugerindo que a via glicolítica exerce uma contribuição significativa<sup>4</sup>. Entre as principais variáveis consideradas em biomecânica na avaliação de parâmetros cinemáticos decorrentes da execução da pagaiada, encontram-se a cadência e a distância de ciclo<sup>15</sup>. Este estudo teve como objetivo verificar a associação dos parâmetros morfológicos e maturacionais com a performance; verificar a associação dos diferentes parâmetros ventilatórios e metabólicos com a performance; comparar a potência máxima aeróbia com o valor médio registado no teste de 1000m; verificar a associação dos parâmetros cinemáticos; cadência, distância de ciclo com a performance; comparar a lactatémia máxima observada no protocolo progressivo com a registada no final do teste de m; caracterizar a prova de 1000m através do comportamento das diferentes variáveis metabólicas, fisiológicas e biomecânicas em segmentos sucessivos de 250m

## METODOLOGIA

Da amostra fizeram parte 12 atletas jovens praticantes de Canoagem de velocidade, apresentam uma média de 2 anos de experiência, tendo já competido em campeonatos regionais e nacionais. Foi realizada a caracterização antropométrica: massa corporal (Kg), estatura (cm), altura sentado (cm), avaliação da composição corporal através da pletismografia. Uma vez que este estudo está focado no desempenho de jovens atletas, foi realizada a avaliação de indicadores maturacionais, no estabelecimento da estatura matura predita sendo utilizados os procedimentos propostos por (Khamis & Roche, 1994, 1995) ( $EMP = (\beta_0 + CoefSTAT*(stat) + CoefWT*(wt) + CoefMPS*(mps))$ ) e do Maturity offset proposto por Mirwald et al.(2002), ( $Maturity\ offset = (-9,236 + [0,0002708 * (compMI * altsent)] + [(-0,001663 * (CA * CompMI)] + [(0,007216 * (CA * altsent)] + (0,02292 * ratio\ wt/h))$ ).

Tabela 1 Média e desvio padrão das variáveis caracterizadoras da amostra

N	12
Massa (Kg)	63,8 ± 7,2
Estatura (centímetros)	174,9 ± 7,2
Altura sentado (centímetros)	92,5 ± 3,8
Estatura matura predita ( <i>Khamis-Roche</i> )	100,1 ± 5,7
PVC ( <i>Maturity offset</i> )	2,2 ± 1
% Gordura	10,7 ± 2,9
Experiência desportiva (anos)	2,7 ± 0,7
Prática semanal (horas)	10,5 ± 2,4

Após a explicação detalhada dos propósitos do estudo e dos aspetos metodológicos envolvidos feita pelos investigadores responsáveis, os tutores legais dos jovens atletas deram o seu consentimento por escrito. Este projeto investigação foi aprovado pelo Conselho Científico da FCDEF.UC sendo escrupulosamente assegurados as questões éticas nos termos da declaração de Helsínquia para experiência com humanos. A recolha de dados é realizada num espaço temporal de 10 dias, onde existe pelo menos 48 horas de intervalo entre cada teste para garantir que o teste anterior não afetou o resultado do seguinte. No dia antes de efetuar o teste o atleta realizou um treino de intensidade ligeira evitando a fadiga excessiva bem como a integridade das reservas de glicogénio.

Na chegada ao laboratório, os atletas preencheram um questionário pré-teste que tem como objetivo caracterizar o treino realizado nos dias anteriores, bem como o regime nutricional das últimas 48 horas para avaliar as condições em que se apresentam para realizar os protocolos. Preencheram também um questionário de sintomas com o objetivo de avaliar o estado de saúde e perceção do nível de recuperação do atleta. Antes da realização de cada teste foi registada a distância entre o banco e o finca pés utilizada pelos atletas para ser replicada no segundo momento de avaliação, reduzindo possíveis alterações da técnica e sua influência nos resultados. Os valores de temperatura e humidade ambiente foram controlados através da estação meteorológica existente no laboratório (Oregon Instruments USA). Foram aplicados 2 protocolos, um por cada visita ao laboratório (Fig. 5 cronograma do estudo): Em ambas as situações o atleta foi monitorizado com um analisador de gases Quark CPET COSMED®, permitindo o controlo respiração a respiração (breath by breath). Durante a realização dos protocolos foi feita a monitorização da FC, e a lactatémia final através de uma micro amostra de sangue capilar de dedo para determinação da concentração de lactato no 1, 3, 5, 7 minutos da recuperação para determinação do valor de lactato mais elevado, através de um analisador de lactato portátil (Lactate Pro®). Protocolo progressivo – consistiu num teste progressivo onde os atletas iniciaram a uma velocidade de 8km/h e de 2 em 2 minutos aumentaram 1km/h até à exaustão. Foi objetivo deste protocolo permitir, a determinação do 1º limiar ventilatório (Lv1), do ponto e compensação respiratória ou 2º Limiar ventilatório (Pcr/Lv2) e da intensidade a que ocorre o VO2max

16,26. A determinação do 1º limiar ventilatório e do ponto de compensação respiratória foi verificada por três observadores experientes, tendo obtido concordância entre os três observadores.

O teste máximo 1000m teve como objetivo cumprir no menor tempo possível esta distância, iniciando parado. Durante a realização da prova o atleta foi continuamente estimulado para manter a maior velocidade possível, evitando quebras acentuadas.

Nos 2 protocolos, a Fan resistance utilizada foi a proposta pelo construtor (Dansprint®) considerando a massa corporal de cada atleta. Após a realização das duas situações experimentais os atletas realizaram uma tarefa de recuperação ativa em ciclo ergómetro durante 15 minutos com uma potência reduzida (35W) a 60 rotações por minuto.

## TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados são apresentados através dos valores de estatística descritiva apresentando os valores de tendência central através da média e de dispersão recorrendo ao desvio padrão. A normalidade da distribuição foi avaliada através do teste Shapiro-Wilke e na análise comparativa o teste T-student para amostras emparelhadas. A análise do comportamento das variáveis controladas nos diferentes segmentos do teste máximo foi realizada através da Anova para medidas repetidas. Foi controlada a esfericidade (Mauchly test) e usada a correção de Huynh-Feldt sempre que necessário. Em caso de significância nas medidas repetidas foi aplicado um teste Pos-hoc com o ajustamento de Bonferroni. Quando a normalidade não se verificou foi utilizado o teste de Wilcoxon. Para a análise correlativa foi usado o coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman-rho, quando justificável. Foi tentada uma abordagem interpretativa através de regressões lineares simples. O valor de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ . Todos os testes foram realizados através do programa SPSS 20. Apresentação e discussão dos resultados

Na tabela 2 do protocolo progressivo, destacamos o LV1 a  $59 \pm 11,7\%$ , o LV2 a  $88,2 \pm 14,7\%$  do  $VO_2$  max abs de  $3,4 \pm 0,6$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ). As velocidades foram de  $10 \pm 0,8$  -  $12 \pm 0,8$  -  $13 \pm 0,5$  km/h respetivamente, o lactato final foi  $10 \pm 2,1$  ( $\text{mmol} \cdot L^{-1}$ ). A cadência no patamar em que foi atingido o  $VO_2$  max foi de  $110,3 \pm 9,2$  ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ), a potência de  $138,5 \pm 24,5$  (watt) e uma DC de  $1,9 \pm 0,1$  m.

Tabela 2 – Valores descritivos (média  $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros fisiológicos, velocidade e cinemáticos correspondentes aos LV1, LV2 e  $VO_2$  max.

	Limiar ventilatório 1	Limiar ventilatório 2	$VO_2$ max
$VO_2$ abs ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ )	$2,0 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,5$	$3,4 \pm 0,6$
$VO_2$ rel ( $\text{mL} \cdot \text{Kg} \cdot \text{Min}^{-1}$ )	$31,0 \pm 5,3$	$43,0 \pm 7,4$	$54,0 \pm 7,4$
$VO_2$ abs (%)	$59,0 \pm 11,7$	$88,2 \pm 14,7$	-
Velocidade (km/h)	$10,0 \pm 0,8$	$12,0 \pm 0,8$	$13,0 \pm 0,5$
Frequência Cardíaca ( $\text{bat} \cdot \text{min}^{-1}$ )	$157,0 \pm 13,6$	$177,0 \pm 9,1$	$195,0 \pm 8,2$
Lactato ( $\text{mmol} \cdot L^{-1}$ )			$10,0 \pm 2,1$
Cadência ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ )			$110,3 \pm 9,2$
Potência (Watt)			$138,5 \pm 24,5$
Distância do Ciclo (m)			$1,9 \pm 0,1$

Na tabela 3 apresentamos os valores das diferentes variáveis controladas no teste máximo de 1000m. Destacamos o lactato final de  $12,4 \pm 2,4$  (mmol.L<sup>-1</sup>), e o tempo final de  $292,25 \pm 15$  segundos.

**Apresentação dos resultados obtidos no protocolo no teste máximo de 1000 metros em kayak ergómetro**

Tabela 3 – Valores descritivos dos dados obtidos no teste máximo de 1000 metros

	250m	500m	750m	1000m	Total teste máximo
VO <sub>2</sub> Abs (L.min <sup>-1</sup> )	2,0 ± 0,3	3,0 ± 0,4	3,0 ± 0,5	3,0 ± 0,4	3,0 ± 0,4
VO <sub>2</sub> Rel (mL.Kg.Min <sup>-1</sup> )	39,0 ± 2,8	49,0 ± 4,4	51,0 ± 6,1	52,0 ± 3,7	48,0 ± 4,1
VO <sub>2</sub> max (%)	73,0 ± 6,2	92,0 ± 7,2	96,0 ± 6,5	98,0 ± 8,1	90,0 ± 6,5
FC (bat.min <sup>-1</sup> )	166,0 ± 10,8	184,0 ± 7,8	187,0 ± 11,6	192,0 ± 10,7	182,0 ± 9,5
Velocidade (Km/h)	13,0 ± 0,6	12,0 ± 0,6	12,0 ± 0,6	12,0 ± 0,7	12,0 ± 0,6
Velocidade Máxima Aeróbia (%)	100,0 ± 3,5	96,0 ± 3,5	94,0 ± 3,0	97,0 ± 3,5	97,0 ± 2,8
Cadência (str.min <sup>-1</sup> )	106,0 ± 8,4	106,0 ± 6,8	104,0 ± 6,6	109,0 ± 8,7	107,0 ± 6,9
Potência (Watt)	142,0 ± 26,5	128,0 ± 20,1	120,0 ± 21,1	124,0 ± 44,7	133,4 ± 22,0
Distância do Ciclo (m)	2,0 ± 0,13	1,94 ± 0,11	1,92 ± 0,08	1,9 ± 0,1	1,94 ± 0,09
Lactato (mmol.L <sup>-1</sup> )					12,4 ± 2,4
Tempo final (segundos)	70,98 ± 3,54	73,69 ± 3,39	74,93 ± 3,51	72,83 ± 4,35	292,25 ± 15,

Na tabela 4 os valores que se mostraram diferentes quando comparados os valores obtidos no teste protocolar e no teste máximo de 1000m foram a PAM ( $t=2,472$  e  $p=0,031$ ), a VAM ( $t=3,895$  e  $p=0,002$ ), VO<sub>2</sub>max abs ( $t=4,229$  e  $p=0,001$ ), VO<sub>2</sub>max rel ( $t=4,732$  e  $p=0,001$ ) e a FC max ( $t=2,513$  e  $p=0,029$ ).

Tabela 4 - Valores descritivos e significância das variáveis determinadas no teste protocolar e teste máximo de 1000 metros

	Média ± Desvio padrão	
PAM	138,467 ± 24,499	0,031
Pot teste 1000m	132,634 ± 21,976	
Cadencia	110,282 ± 9,169	N.S.
Cade teste 1000m	106,564 ± 6,911	
Dc	1,919 ± 0,124	N.S.
DC teste 1000m	1,938 ± 0,091	
VAM	12,750 ± 0,452	0,002
Vel teste 1000m	12,335 ± 0,581	
VO <sub>2</sub> maxAbs	3,367 ± 0,555	0,001
VO <sub>2</sub> Abs teste 1000m	3,017 ± 0,370	
VO <sub>2</sub> max rel	54,150 ± 7,368	0,001
VO <sub>2</sub> rel teste 1000m	47,563 ± 4,087	
FC max	192,333 ± 12,594	0,029
FC teste 1000m	182,083 ± 9,487	

Análise da associação entre os parâmetros morfológicos e maturacionais com a performance. Analisada a correlação entre as variáveis morfológicas, biográficas e maturacionais e os parâmetros ventilatórios no teste protocolar com o rendimento no teste de 1000m, encontramos os resultados significativos: A estatura está positivamente correlacionada com o Lv1 ( $r=0,647$  e  $p=0,023$ ) e com o Lv2 ( $r=0,620$  e  $p=0,032$ ). Existe tendência de correlação da massa corporal ( $r=-0,536$  e  $p=0,72$ ) com a performance, e embora esta amostra apresente uma percentagem de massa gorda  $10,7 \pm 2,9$  %, podemos interpretar esta associação com a componente isenta de gordura. Existe uma tendência de correlação no Maturity offset ( $r=-0,555$  e  $P=0,061$ ), quanto mais avançados maturacionalmente, melhor a performance dos atletas. A idade ( $r=-0,698$  e  $p=0,012$ ) está correlacionada com a performance, o que pode estar relacionado com a experiência do atleta, ou com o fato de ter ultrapassado o pico de velocidade de crescimento há mais tempo, e dessa forma estarem maturacionalmente mais avançados. Na análise da associação dos diferentes parâmetros ventilatórios e metabólicos com a performance destacamos: O VO<sub>2</sub> max abs ( $r=0,617$  e  $p=0,033$ ) apresenta-se correlacionado com a performance da prova de 1000m, maior VO<sub>2</sub> max abs melhor performance na prova de 1000m<sup>33</sup>. Existe tendência de correlação do Lv2 abs ( $r=-0,556$  e  $p=0,061$ ) com a performance, assumindo este limiar alguma importância na



explicação da performance num teste máximo de 1000m. A velocidade do Lv1 (performance  $r=-0,709$  e  $p=0,01$ ) e Lv2 ( $r=-0,655$  e  $p=0,021$ ) estão correlacionadas com a performance, bem como a FC de Lv1 ( $r=0,620$  e  $p=0,032$ ) o que nos associa uma importância do 1º limiar ventilatório para a performance dos 1000m, tendo um melhor Lv1 e tendo uma frequência cardíaca no Lv1 baixa. Comparando a PAM com o valor médio registado no teste de 1000 m, verificámos que existe diferenças de 5,84 watts sendo a PAM mais elevada que a potência aplicada durante a prova máxima de 1000 m, um argumento para este resultado pode ser que a amostra no teste máximo de 1000 m encontra-se mais tempo no esforço máximo, 292 segundos, enquanto no protocolo progressivo encontra-se no máximo 120 segundos, conseguindo produzir maior potência num tempo mais curto. Analisando a associação dos parâmetros cinemáticos, cadência, DC e fisiológicos com a performance constatamos que a DC não está correlacionada com a performance, apresentando uma cadência constante durante a prova, que nos leva a interpretar que existe uma boa noção de gestão de esforço ao longo do percurso dos 1000m, demonstrando experiência competitiva<sup>14</sup>. Já a cadência ( $r=-0,701$  e  $p=0,011$ ) aparece correlacionada com a performance, os atletas que realizaram o teste máximo de 1000 m com maior cadência obtiveram melhor resultado. A potência ( $r=-0,971$  e  $p=0,000$ ) também apresentou correlação com a performance. Os atletas que produziram mais potência foram os que obtiveram melhor performance, tendo conseguido aplicar e manter um valor de potência próximo da PAM. Comparando a lactatemia máxima ( $t=-3,793$  e  $p=0,003$ ) observada no protocolo progressivo com a registada no final do teste de 1000m, verifica-se um valor mais elevado na prova explicado pelo tempo total de trabalho perto da velocidade próxima da VAM (292 segundos na prova, enquanto no protocolo progressivo a amostra passou menos tempo nessa zona, cerca de 120 segundos, demonstrando o contributo anaeróbio numa prestação de 1000m<sup>35</sup>. Modelo preditivo do rendimento em 1000 m em kayak ergómetro

Para explorar o potencial preditivo dos dados recolhidos no protocolo progressivo e das características da amostra, utilizamos as variáveis do protocolo que apresentaram uma correlação importante e significativa com o tempo de 1000 m. Verificar-se que a potência máxima conseguida no teste progressivo e a cadência no patamar correspondente constituem variáveis preditoras importantes. O modelo de regressão encontrado aponta para uma explicação ajustada de  $(R^2)=84,5\%$ . Tempo 1000 m (s) =  $413,378 - 0,433$  (PAM) –  $0,554$  (Cadência no VO<sub>2</sub>max)

Equação 1 - Modelo de regressão linear explicativo do resultado na prova máxima de 1000 m, a partir do protocolo incremental ambos em kayak ergómetro.

Embora a utilização da modelação seja questionável na aplicação a outras amostras, devido ao reduzido valor do N da amostra, são assegurados os pressupostos (5 indivíduos por cada variável independente). As restantes assunções do teste foram igualmente asseguradas (variância e multicolineariedade).

## CONCLUSÕES

As principais diferenças entre o protocolo progressivo e o teste máximo de 1000m foram, uma potência e uma velocidade menor no teste máximo de 1000m que no progressivo, uma aproximação progressiva do VO<sub>2</sub> max, e da FC no decorrer da prova máxima de 1000m. A distância de ciclo ao longo do teste máximo vai diminuindo embora sem diferenças, a cadência mantém-se regular ao longo do teste máximo. Verificámos que VO<sub>2</sub>max abs, a

idade, velocidade de LV1 e Lv2, FC LV1, cadências e potências mais elevadas estão correlacionadas com melhores performances no teste de 1000 m. Com este estudo confirmamos o contributo anaeróbio,  $12,4 \pm 2,4$  (mmol.L-1) num teste máximo de 1000m4. Este estudo parece comprovar a utilidade preditora de um protocolo progressivo sendo por isso, em nosso entender, pertinente para o planeamento do treino com atletas jovens masculinos de kayak, face à portabilidade dos equipamentos, o desafio seguinte é o da replicação do estudo em ambiente ecologicamente similar ao treino e competição específicos de Canoagem de velocidade.

## BIBLIOGRAFIA

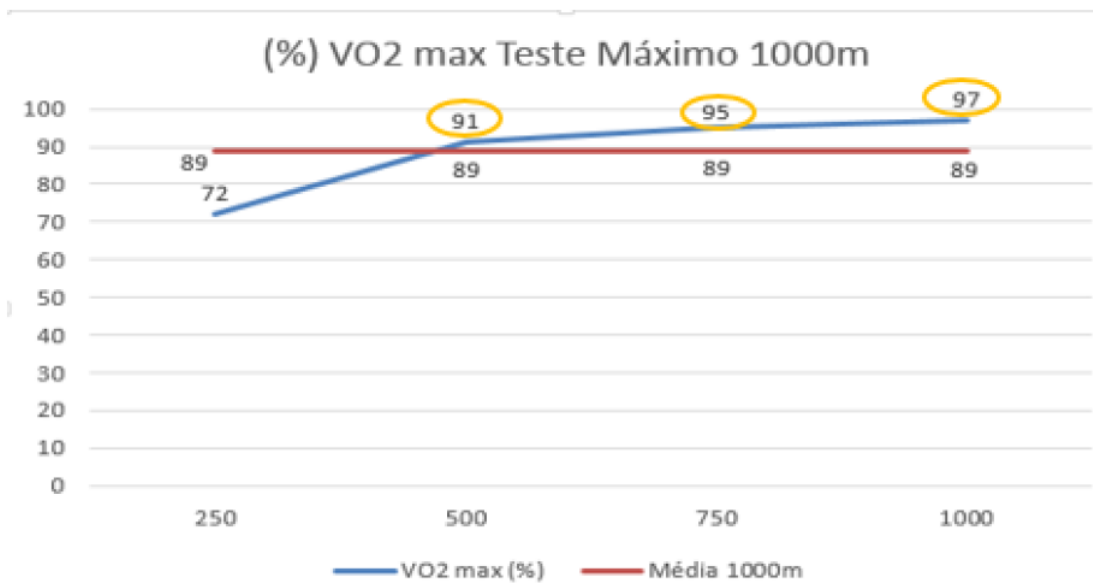
- 1 Alacid, F., López-Miñarro, P.A., & Isorna, M. (2010). Estrategia de paso y frecuencia de ciclo en piraguismo en los JJ.OO. de Pekín. *Internacional de Medicina Y Ciencias de La Actividade Fisica Y El Desporte*, 10, 203–217.
- 2 Alacid, F., López-Miñarro, P.A., & Vaquero, R. (2009). Speed and cycle frequency of young paddlers in 1000m races. *Sports Performance*, 13–20.
- 3 Alacid, F., Marfell-Jones, M., López-Miñarro, P., Martínez, I., & Muyor, J. (2011). Morphological characteristics of young elite paddlers. *Journal of Human Kinetics*, 27(-1), 95–110.
- 4 Alves, C. R. R., & Klausener, C. (2013). Canoagem de Velocidade e Caique Polo: Revisão Narrativa. *Revista Actividade Brasileira Do Movimento Humano*, 3, 1–12.
- 5 Alves, L., & Silva, M. R. (2009). Seleção Nacional Olímpica de Canoagem 2008: Composição Corporal e Prestação Competitiva. *Revista Da Faculdade de Ciências Da Saúde*, 6, 442–451.
- 6 ANATEL. (2005). REGULAMENTO GERAL DE INTERCONEXÃO.
- 7 Ball, S. D. (2005). Interdevice variability in percent fat estimates using the BOD POD. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59, 996–1001.
- 8 Baxter-jones, A., Eisenmann, J., Baxter-jones, A. D. G., Eisenmann, J. C., Sherar, L., & Sherar, L. B. (2005). Controlling for Maturation in Pediatric Exercise Science. *Pediatric Exercise Science*, 17(bro), 18–30.
- 9 Borges, T. O. (2008). *CANOAGEM VELOCIDADE : Dinâmica das cargas de treinamento no macrociclo e a dinâmica da alteração de marcadores funcionais externos. TESE.*
- 10 Brown, T., & Barrett, M. J. (1969). Tables for decimal age conversion by computer. *Australian Dental Journal*, 14(3), 197–198.
- 11 Bunc, V., & Heller, J. (1994). Ventilatory threshold and work efficiency during exercise on cycle and paddling ergometers in young female kayakers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 68(1), 25–29.



- 12 Burkhard-jagodzinska, K., Zdanowicz, R., Kozera, J., Borkowski, L., Sitkowski, D., & B. Karpilowski. (2007). *Verification of the basic values of respiratory indices due polish kayakers. Biology of Sport* (Vol. 24).
- 13 Canoagem, F. P. de C. (2015). Federação Portuguesa Canoagem.
- 14 Cárceles, F. A. (2009). Análisis de la técnica y estrategia de paso en piragüismo de aguas tranquilas. *Retos. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación*, 15, 57–60.
- 15 Carneiro, L., & Castro, F. (2010). Canoe kinematics : a review. *Revista Brasileira Ciências E Movimento*, 17(3), 114–122.
- 16 Cottin, F., Leprêtre, P. M., Lopes, P., Papelier, Y., Médigue, C., & Billat, V. (2006). Assessment of ventilatory thresholds from heart rate variability in well-trained subjects during cycling. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 959–967.
- 17 Cox, R. (1992). *The Science of Canoeing*. (Lane Bradley, Ed.) (1a ed.). Great Britain: Coxburn press.
- 18 Diafas, V., Dimakopoulou, E., Diamanti, V., Zelioti, D., & Kaloupsis, S. (2011). Anthropometric characteristics and somatotype of Greek male and female flatwater kayak athletes. *Biomedical Human Kinetics*, 3, 111–114.
- 19 Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). IMPACT OF TRAINING INTENSITY DISTRIBUTION ON PERFORMANCE IN ENDURANCE ATHLETES. *The Journal of Strength*, 21(3), 943–949.
- 20 Federation, I. C. (2015). Canoe Polo competition rules. *Federation, International Canoe*.
- 21 Fernandes, R. A. de A. D. (2013). *Analysis of the relationships between the anthropometric characteristics of young kayakers , the paddle set-up and the performance*. Universidade de Coimbra.
- 22 Fiskerstrand, Å., & Seiler, K. (2004). Training and performance characteristics among Norwegian international rowers 1970–2001. *Journal of Medicine & Science in*, 303–310.
- 23 Forbes, S. C., Fuller, D. L., Krentz, J. R., Little, P., & Chilibeck, P. D. (2009). Anthropometric and Physiological Predictors of Flat-water 1000m Kayak Performance in Young Adolescents and the Effectiveness of a High Volume Training Camp. *International Journal of Exercise Science*, 2(2), 106–114.
- 24 Fry, R. W., & Morton, A. R. (1991). Physiological and kinanthropometric attributes of elite flatwater kayakers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(11), 1297–1301.
- 25 G. beumen and R. Malina. (2007). Growth , Maturation , and Physical Performance. In *Growth (Lakeland)* (pp. 1–17).
- 26 Howley, E., Bassett, D., & Welch, H. (1995). Criteria for VO<sub>2</sub> maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*, 27(9), 1292–1301.

- 27 Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35–44.
- 28 Larsen, E. V. (2015). Erik Veraas Larsen.
- 29 Machado, R. (2010). *Estudo Cineantropométrico de Jovens Canoístas Ibéricos*. Universidade de Coimbra.
- 30 Matveev, L. (1981). *O Processo de Treino Desportivo*. Lisboa: Livros Horizonte.
- 31 Matveev, L. (1991). *Fundamentos do treino desportivo* (2a ed.). Lisboa: Livros Horizonte.
- 32 McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1991). Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance. *Med Sci Sports Exerc*, 23(12).
- 33 Michael, J. S., Rooney, K. B., & Smith, R. (2008). The metabolic demands of kayaking: A review. *Journal of Sports Science and Medicine*, pp. 1–7.
- 34 Morton, R. H., & Billat, V. (2000). Maximal endurance time at VO<sub>2</sub>max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 1496–1504.
- 35 Nakamura, F. Y., Borges, T. O., Sales, O. R., Cyrino, E. S., & Kokubun, E. (2004). Energetic cost estimation and contribution of different metabolic pathways in speed kayaking. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 10(2), 78–84.
- 36 Nakamura, F. Y., Borges, T. O., Voltarelli, F. A., Gobbo, L. A., Koslowiski, A. A., & Mello, M. A. R. (2006). Perfil fisiológico de canoístas do sexo feminino de alto nível competitivo. *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, 6(3), 329–335.
- 37 Rynkiewicz, M., & Starosta, W. (2011). ASYMMETRY OF PADDLING TECHNIQUE, ITS SELECTED CONDITIONS AND CHANGEABILITY IN HIGHLY ADVANCED KAYAKERS. *Poznań - Warsaw*, 35, 1–150.
- 38 Silva, F. M., Fernandes, L., & Celani, F. O. (2001). Desporto de crianças e jovens – um estudo sobre as idades de iniciação. *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, 1, 45–55.
- 39 Stratton, G., Reilly, T., & Richardson, D. (2004). *Youth soccer - From science to performance*. (Routledge, Ed.). London.
- 40 V. Billat, M. F. (1996). A comparison of time to exhaustion at Vo<sub>2</sub> max in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners, 39(2), 267–277.
- 41 Van Someren, K. A., & Howatson, G. (2008). Prediction of flatwater kayaking performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(2), 207–218.
- 42 Vannucchi, H., Unamuno, M. do R. D. L. de, & Marchini, J. S. (1996). Avaliação do estado nutricional. *Revista Da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto*, 29, 5–18.

## Anexos



\*  $p < 0.05$  comparando com o valor da %VO2max verificada aos 250 metros com os 500, 750 e 1000 metros

Figura 1 – Percentagem média do VO2 max no teste máximo de 1000 metros a cada 250 metros e média do teste.

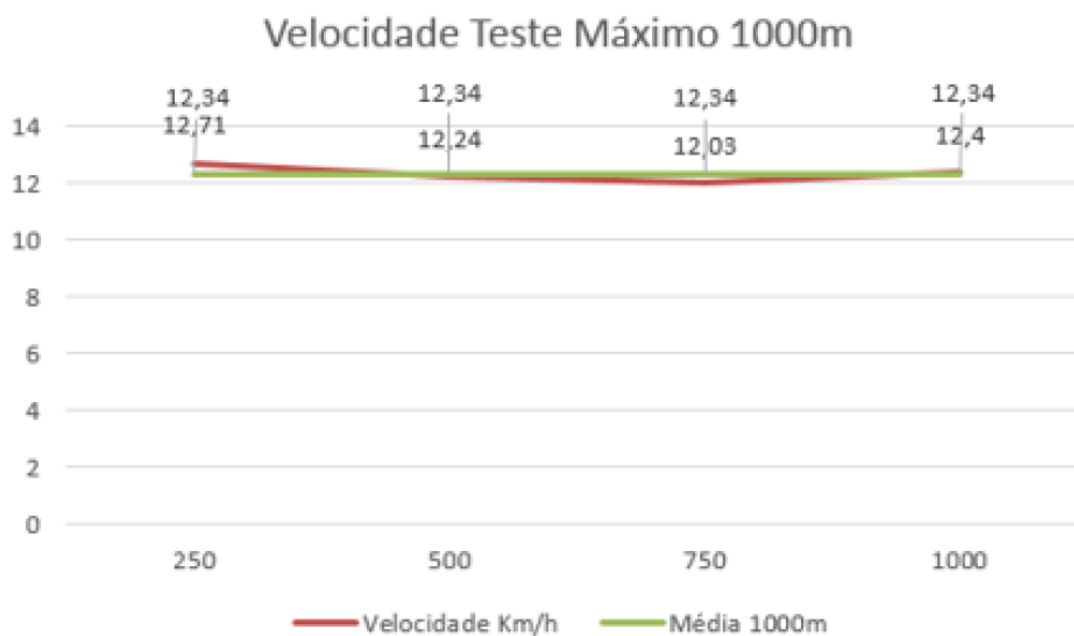
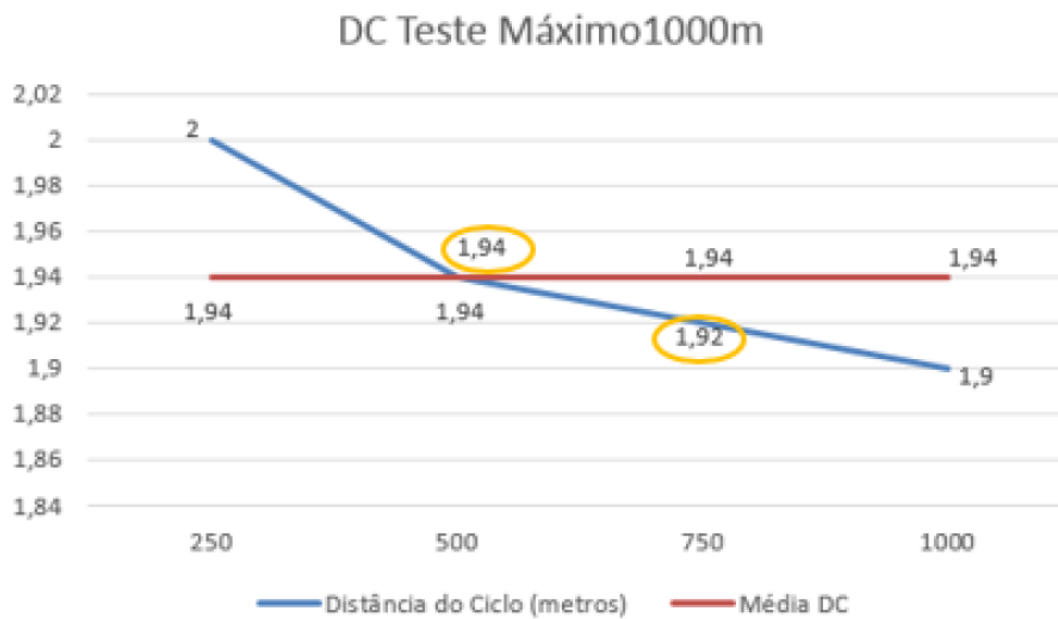


Figura 2 – Teste máximo de 1000 metros, velocidade a cada 250 metros e média do teste.



\*  $p \leq 0,05$  comparando o valor verificado aos 250 metros com os observados aos 500 e 750 m para a DC  
 Figura 3 – Teste máximo de 1000 metros, da variável de Distancia de Ciclo a cada 250 metros e a média do teste.

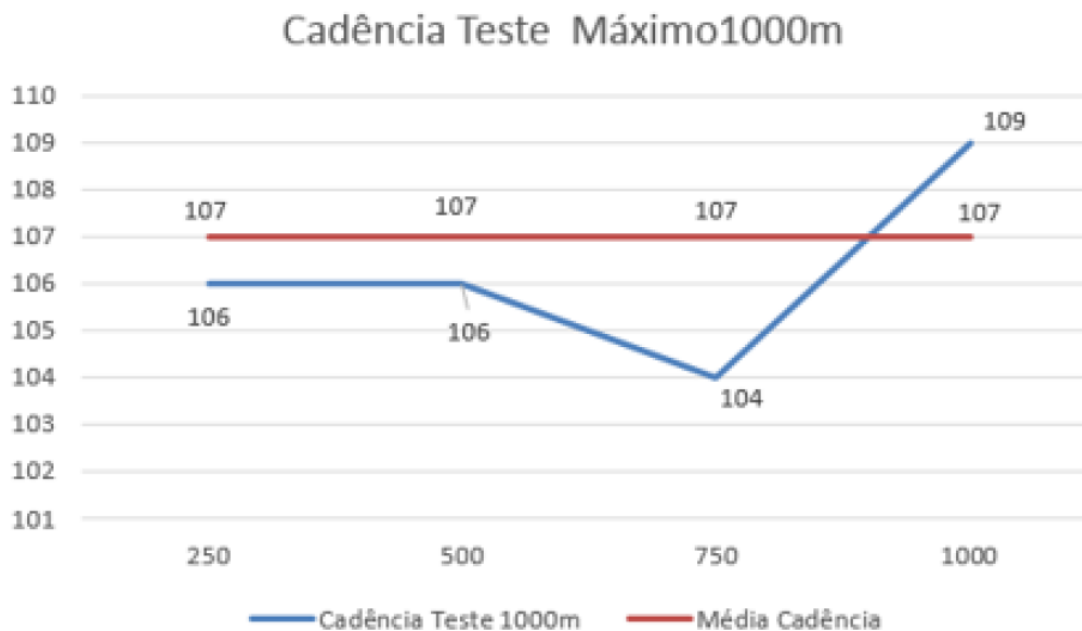
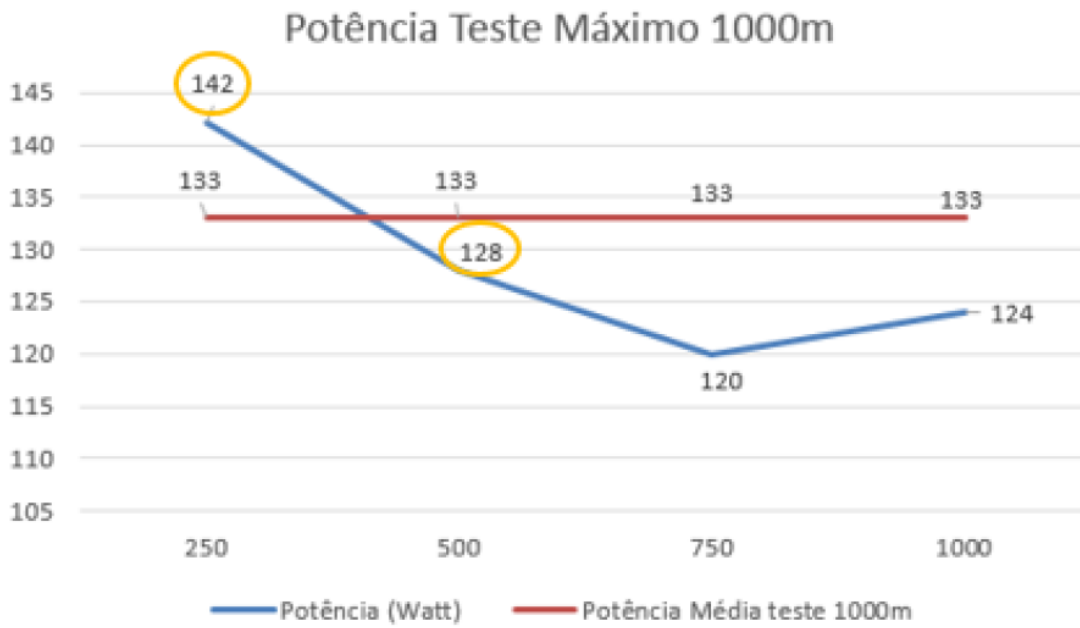


Figura 4 – Teste máximo de 1000 metros, da variável de cadência a cada 250 metros e a média do teste.



\*  $p \leq 0,05$  comparando o valor verificado aos 750 m com os observados aos 250 e 500 metros para a potência

Figura 5 – Teste máximo de 1000 metros, da variável de cadência a cada 250 metros e a média do teste.

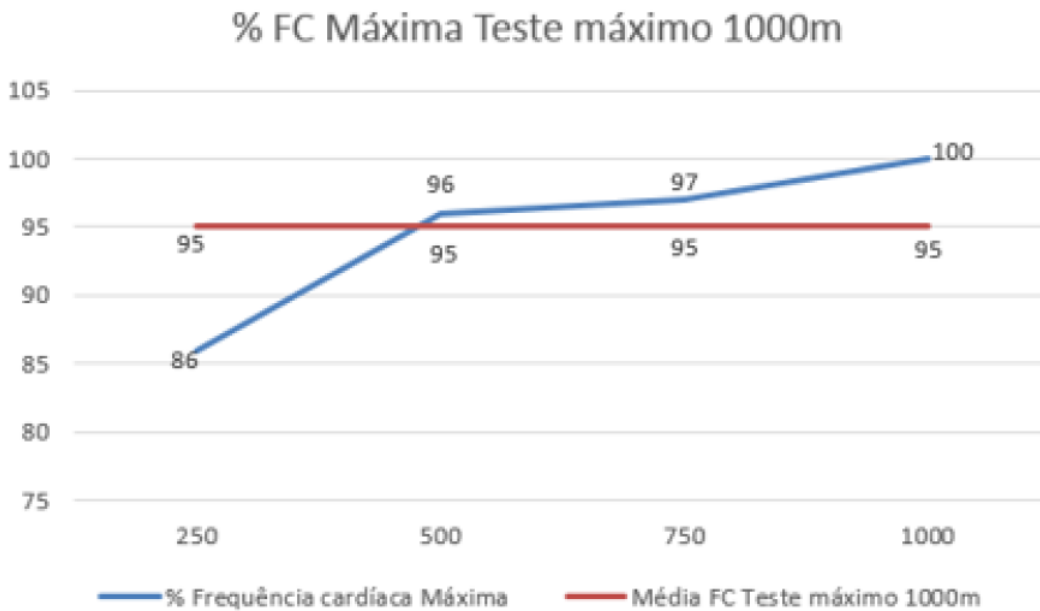


Figura 6 - % Frequência cardíaca máxima ao longo do teste máximo de 1000 metros a cada 250 metros e a média do teste.

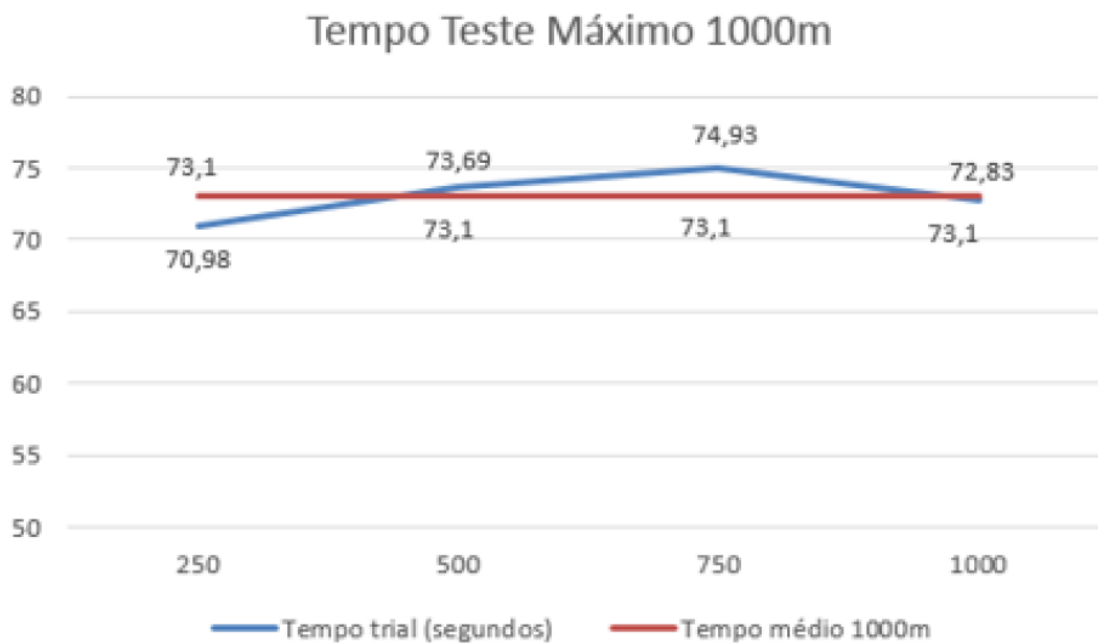


Figura 7 – Teste máximo de 1000 metros, tempo a cada 250 metros, e média do teste.

## LISTA DE ABREVIATURAS

Abs – Absoluto

C – Canoa

DC – Distância de ciclo

FC – Frequência cardíaca

IMC – Índice de massa corporal

K – *Kayak*

Lv1 – 1º Limiar ventilatório

Lv2 – 2º Limiar ventilatório

PAM – Potência aeróbia máxima

PVC – Pico de velocidade de Crescimento

Rel – Relativo

RM – Repetição máxima

VAM – Velocidade aeróbia máxima



## 4.2 Desenho Experimental

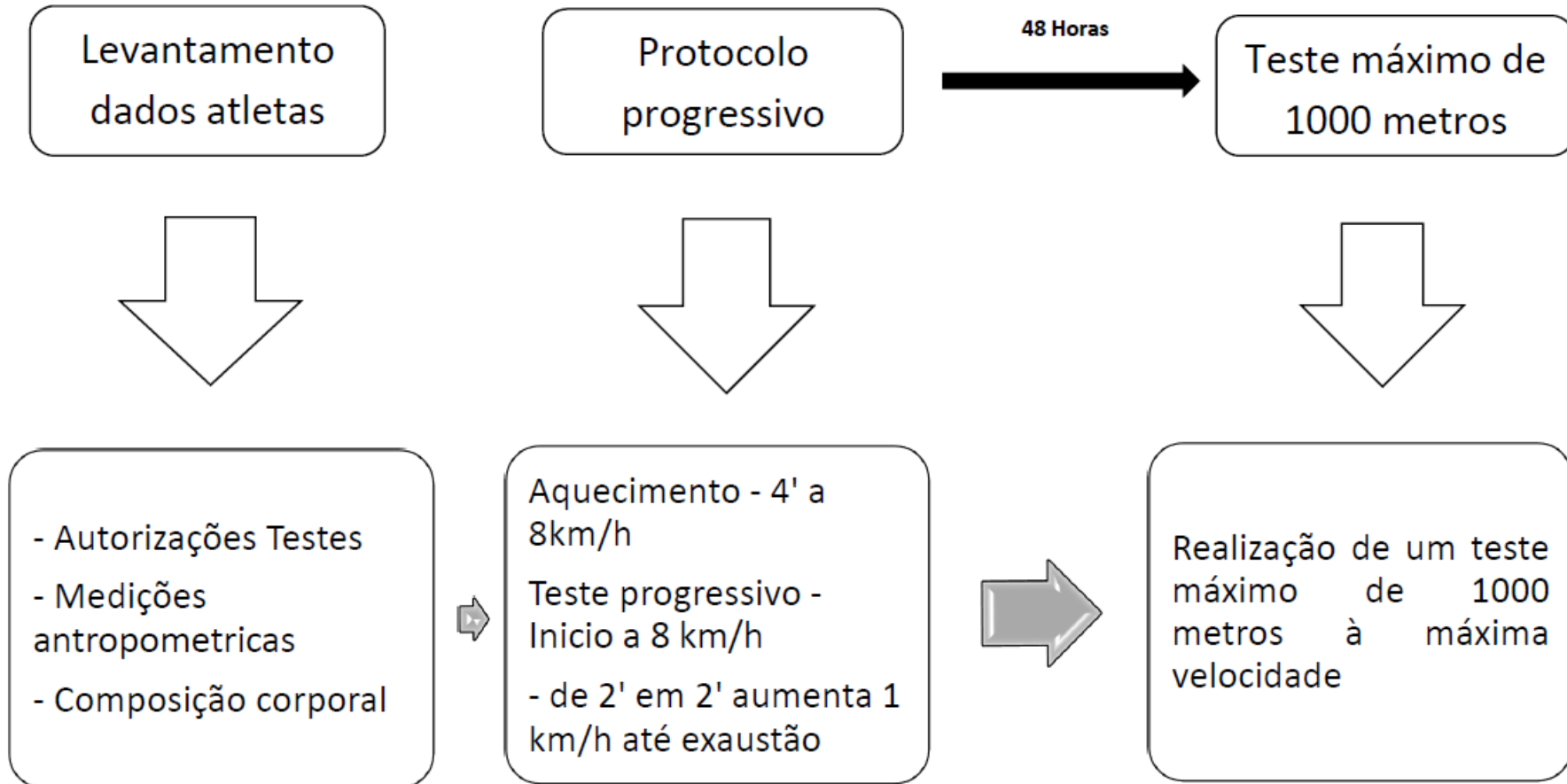


Figura 8 - Cronograma do estudo

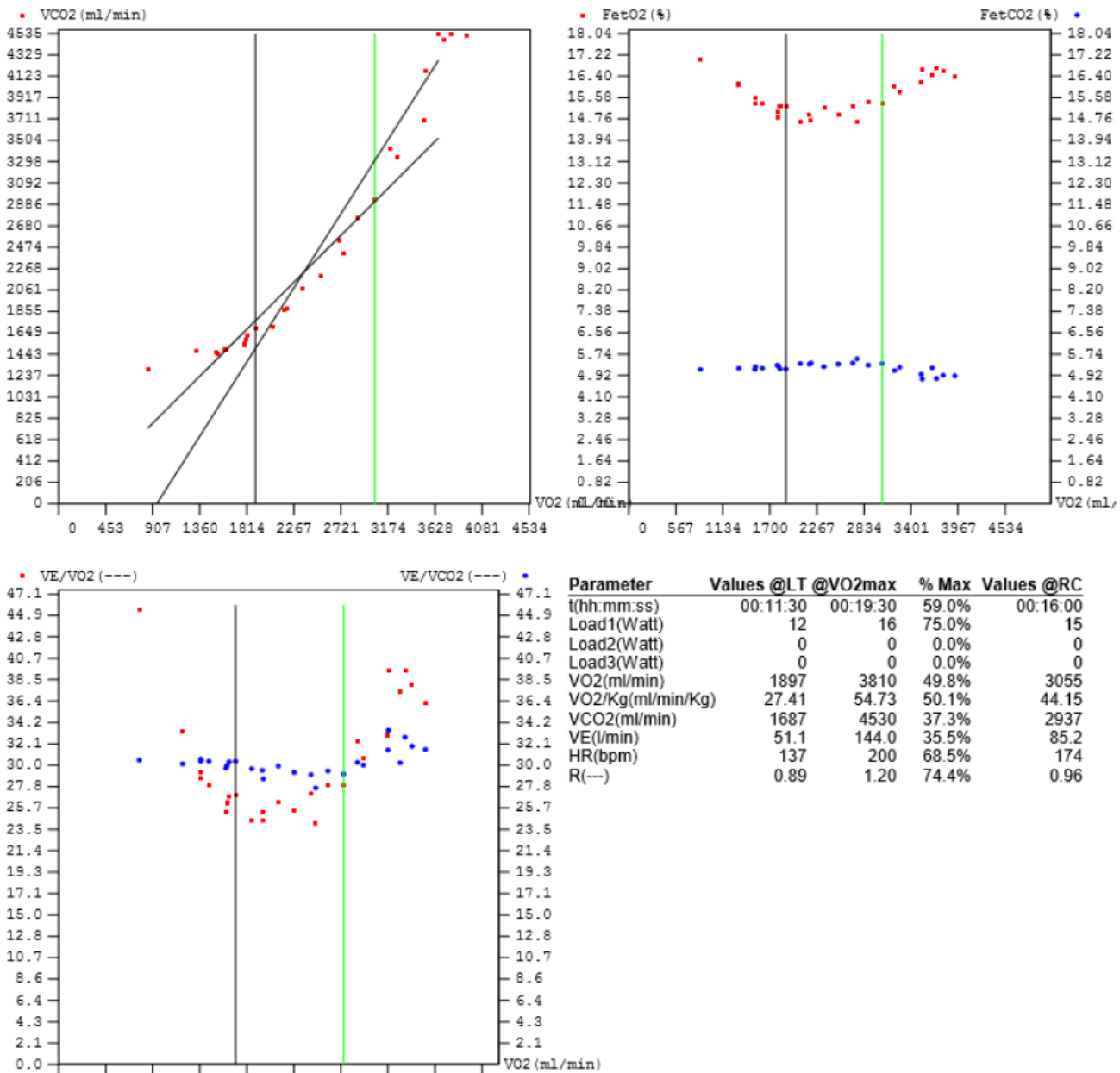


Figura 9 - Exemplo de um teste de um individuo da amostra, onde se retirou os limiares ventilatórios, VO<sub>2</sub>max.