



André Bastos Coelho

# Valor preditivo de um protocolo progressivo em Kayak ergómetro para a prova de 1000 metros em Kayak ergómetro.

Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens  
Apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra

Abril 2015



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**André Bastos Coelho**

**Valor preditivo de um protocolo progressivo em Kayak ergómetro para a prova de 1000 metros em *Kayak* ergómetro.**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (FCDEF.UC), com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, na área científica de Ciências do Desporto e na especialidade de Treino Desportivo.

**Orientador:**

Professor Doutor Luis Rama  
(Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra - FCDEF.UC.)

**COIMBRA**

**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

À Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra por todo o estudo e conhecimento transmitido na minha formação académica.

Ao Professor Doutor Luís Manuel Pinto Rama, pela ajuda, disponibilidade, paciência, encorajamento e transmissão de conhecimento, durante todo o percurso, em especial na realização deste trabalho.

Ao Clube Fluvial de Coimbra, dirigentes e atletas, instituição da qual muito me orgulho, pela participação incansável neste projeto e sem a qual este trabalho não seria possível.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e pessoal, Mestre Beatriz Gomes, Doutor João valente dos Santos, entre outros, que de alguma forma me incentivaram e contribuíram para este percurso.

Aos meus colegas e amigos, sem nenhuma ordem em particular, Mestre Diogo Martinho, Mestre Ricardo Belli, Doutor Miguel Viegas, Mestre Paulo Silva, Mestre João Freitas, Mestre Rui Fernandes, Mestre António Pinto, Mestre Ricardo Machado, pela amizade, por toda a ajuda, pelo exemplo de competência e pelas características de todos vós.

A casa que me acolheu neste percurso, Residência da Alegria por todo o conhecimento partilhado em infindáveis experiências.

Há minha família, Maria Isabel, José Eduardo e Adriano Coelho pela incansável ajuda, apoio, suporte e encorajamento nos momentos mais difíceis.

À Dra. Micaela Morgado... por tudo.

A todos vós, o meu muito obrigado!

"Quando você melhora um pouco a cada dia, coisas grandes começam a ocorrer. Não procure por melhoras rápidas e grandiosas, busque uma pequena melhoria, um dia de cada vez. É o único modo para que aconteça - e quando acontece, dura."

(John Wooden)

## RESUMO

Coelho, AB (2015). Valor preditivo de um protocolo progressivo em Kayak ergómetro para a prova de 1000m em Kayak ergómetro. Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo de Crianças e Jovens – Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

**Introdução:** Este estudo teve como objetivo avaliar os fatores determinantes do rendimento e da contribuição metabólica numa competição de 1000m em Kayak ergómetro, em jovens atletas praticantes de canoagem na variante “regatas em linha”. A amostra foi constituída por 12 atletas jovens de canoagem com experiência desportiva. Verificou-se também a associação dos parâmetros morfológicos e maturacionais com a performance num teste máximo de 1000m e em segmentos de 250m desses 1000m. Este estudo ganha pertinência pela determinação da associação da intensidade relativa, identificada com os parâmetros ventilatórios, com o resultado de uma prova critério – 1000m em kayak ergómetro, em jovens praticantes. **Metodologia:** O desenho do estudo consistiu num levantamento de dados antropométricos da amostra, após este levantamento foi realizado um protocolo progressivo e após 48 horas foi realizado um teste máximo de 1000 metros. Dados da amostra: idade decimal  $16,0 \pm 1,1$ ; massa corporal (kg)  $63,8 \pm 7,2$ ; estatura (centímetros)  $174,9 \pm 7,2$ ; estatura matura predita (*Khamis-Roche*)  $100,1 \pm 5,7$ ; prática semanal (horas)  $10,5 \pm 2,4$ ; com experiência desportiva (anos)  $2,7 \pm 0,7$ . Utilizámos: adipómetro, estadiómetros, *Bod Pod*, Balança, estação meteorológica, analisador de gases, *kayak ergómetro*, ciclo ergómetro e analisador de lactato portátil. **Resultados:** No protocolo incremental alcançaram um valor de  $VO_2 \text{ max abs}$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ )  $3,4 \pm 0,6$ ; sendo o Lv1 ( $58,8 \pm 11,8\%$ ) e o Lv2 ( $88 \pm 14,7\%$ ), e um valor de potência  $138,5 \pm 24,5$  watt. O teste máximo de 1000m teve duração de  $292,25 \pm 15$  segundos, uma percentagem da VAM  $97,0 \pm 2,8$ , uma percentagem  $VO_2 \text{ max}$  de  $90,0 \pm 6,5$  e uma percentagem da PAM de 96,3. Conseguindo um modelo preditivo. **Discussão:** Verificámos a existência de correlação entre as seguintes variáveis e a performance no teste máximo: idade, PAM, Cadência,  $VO_2 \text{ max abs}$ , VAM, VLv1, VLv2 e FC Lv1. O que é uma novidade pois na literatura sobre esta temática apenas são apresentados com frequência o  $VO_2 \text{ max abs}$ , a idade, cadência e a VAM. Estes novos indicadores necessitam de maior aprofundamento para perceber numa amostra com um *N* maior a sua resposta e dessa forma perceber a sua importância como preditores. **Conclusão:** A realização do protocolo progressivo pode ser preditor de um teste máximo de 1000m, contribuindo também para o planeamento de treino para a preparação de competições desta distância. Além disso os limiares ventilatórios são uma das novas tendências da prescrição do treino.

## ABSTRACT

Coelho, AB (2015). Predictive value of a progressive protocol on a Kayak ergometer for the 1,000 metre race in Kayak ergometer. Master's Thesis on Children and Teenage Sport Training - Faculty of Sport Sciences and Physical Education, University of Coimbra.

**Introduction:** The aim of this study was to evaluate the determinants of efficiency and metabolic contribution in a 1,000 metre race in Kayak ergometer in young athletes practicing canoeing in the variant flat water. The sample contained 12 young canoeing athletes with competitive sporting experience. The association of morphological and maturation parameters with the performance of a maximum 1,000 metre test and 250 metre segments within the 1,000 metres was verified. This study gains relevance from the determination of the association of relative intensity, identified with the ventilation parameters, with the result of a test criterion – 1,000 metre kayak ergometer in young sportsmen. **Methodology:** The study consisted of a survey of the anthropometric data of sample. After this survey a progressive protocol was conducted and after 48 hours a maximal test of 1,000 metres at full speed was performed. Sample data: decimal age  $16.0 \pm 1.1$ ; body mass (kg)  $63.8 \pm 7.2$ ; height (centímetros)  $174.9 \pm 7.2$ ; predicted mature height (Khamis-Roche)  $100.1 \pm 5.7$ ; weekly practice (hours)  $10.5 \pm 2.4$ ; with sports experience (years)  $2.7 \pm 0.7$ . We used: adipometer, stadiometers, Bod Pod, weighing scale, weather station, gas analyzer, kayak ergometer, ergometer cycle and portable lactate analyzer. **Results:** In the incremental protocol they reached a value of  $\text{VO}_2$  max abs (L.min<sup>-1</sup>)  $3.4 \pm 0.6$ ; being VT1 ( $58.8 \pm 11.8\%$ ) and VT2 ( $88 \pm 14.7\%$ ), and a power value of  $138.5 \pm 24.5$  watts. The maximum 1,000 m test race lasted  $292.25 \pm 15$  seconds, a  $97.0 \pm 2.8$  MAV percentage, a  $90.0 \pm 6.5$  maximum  $\text{VO}_2$  percentage and a 96.3 MAP percentage. A predictive model was reached. **Discussion:** We found a correlation between the following variables and the maximum performance in the test: age, MAP, Cadence,  $\text{VO}_2$  max abs, MAV, VVT1, VVT2 and HR VT1. This is new because in the literature on this subject only  $\text{VO}_2$  max abs, age, cadence and MAV are presented frequently. These new indicators need to be deeper clarified to understand in a sample with a higher *N* their answer and, thus, understand its importance as predictors. **Conclusion:** The performance of the progressive protocol can be a predictor of a maximum 1000m test, also contributing to the training plan for the preparation of competitions of this distance. In addition, the ventilatory thresholds are one of the new trends in the training prescription.

## **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

## ÍNDICE

1. Introdução.....	1
2. Estado da Arte.....	3
2.1 Caracterização da modalidade de Canoagem.....	3
2.2 A estruturação da carreira desportiva dos atletas de canoagem.....	5
2.3 Caracterização do jovem praticante de Kayak.....	6
2.4 Características morfológicas.....	7
2.5 Importância dos parâmetros cardiorrespiratórios no rendimento do atleta de canoagem.....	8
2.6 A importância da Técnica na Canoagem de Velocidade.....	12
3. Definição do problema.....	14
3.1 Objetivos do estudo.....	14
3.2 Pertinência do estudo.....	14
3.3 Limitações do estudo.....	15
4. Metodologia.....	16
4.1 Apresentação das variáveis cineantropométricas, indicadores maturacionais e biográficos da amostra.....	22
4.2 Desenho Experimental.....	24
5. Tratamento estatístico.....	25
6. Apresentação e discussão dos resultados.....	26
6.1 Apresentação dos resultados obtidos no protocolo progressivo em <i>kayak ergómetro</i> .....	26
6.2 Apresentação dos resultados obtidos no protocolo no teste máximo de 1000 metros em <i>kayak ergómetro</i> .....	29
6.3 Análise da associação entre os parâmetros morfológicos e maturacionais com a performance.....	37
6.4 Análise da associação dos diferentes parâmetros ventilatórios e metabólicos com a performance.....	37
6.5 Análise da associação dos parâmetros cinemáticos; cadência, distância de ciclo e fisiológicos com a performance.....	38
7. Modelo preditivo do rendimento em 1000 metros em <i>kayak ergómetro</i> .....	39
8. Conclusões.....	40
9. Bibliografia.....	41

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Valores <i>Fan resistance</i> calculados a partir do manual de referência da Dansprint .....	22
Tabela 2 - Média e desvio padrão das variáveis caracterizadoras da amostra .....	22
Tabela 3 – Valores descritivos (média $\pm$ desvio padrão) dos parâmetros fisiológicos e da velocidade correspondentes aos limiares ventilatórios 1 e 2 .....	27
Tabela 4 – Valores descritivos dos dados obtidos no teste máximo de 1000 metros .....	29
Tabela 5 - Valores descritivos e significância das variáveis determinadas no teste protocolar e teste máximo de 1000 metros.....	36



## ÍNDICE DE FIGURAS E EQUAÇÕES

Figura 1 - Tempos das fases da pagaiada no Kayak retirado (Cox, 1992) .....	12
Figura 2 - Cronograma do estudo.....	24
Figura 3 – Percentagem média do VO2 max no teste máximo de 1000 metros a cada 250 metros e no global .....	33
Figura 4 – Teste máximo de 1000 metros, velocidade a cada 250 m e no global .....	33
Figura 5 – Teste máximo de 1000 metros, das variáveis de Distancia de Ciclo, Potência, Cadência a cada 250 metros e no global.....	34
Figura 6 - % Frequência cardíaca máxima ao longo da prova de 1000 metros.....	35
Equação 1. Cálculo da idade decimal (Brown & Barrett, 1969) .....	16
Equação 2. Determinação da Estatura Matura Predita (Khamis & Roche 1994, 1995). ....	19
Equação 3. Determinação do Maturity offset (Mirwald et al. 2002).....	19
Equação 4 - Modelo de regressão linear explicativo do resultado na prova máxima de 1000 metros, a partir do protocolo incremental ambos em kayak ergómetro. ....	39

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A: Figuras das embarcações, acessórios e pagaias canoagem de velocidade

Anexo B: Termo de Consentimento

Anexo C: Questionário Pré Teste

## 1. Introdução

Este estudo tem como objetivo avaliar os fatores determinantes do rendimento e da contribuição metabólica numa competição de 1000 metros em Kayak ergómetro, em jovens atletas praticantes de canoagem na variante “regatas em linha”. Nesta variante os atletas competem em 9 pistas separadas num percurso reto nas distâncias de 200, 500 e 1000 metros. Existe competição masculina e feminina, que poderá ser individual (K1), dois (K2) e ainda uma embarcação com quatro atletas (K4). Na especialidade de canoa podem competir individualmente (C1) ou coletivamente (C2 e C4). Esta modalidade tornou-se Olímpica em 1936 (Borges, 2008).

Este estudo ganha pertinência pela determinação da associação da intensidade relativa, identificada com os parâmetros ventilatórios, com o resultado de uma prova critério – 1000 metros em kayak ergómetro, em jovens praticantes.

Um dos aspetos que reforça o interesse por este trabalho reside no facto de utilizar uma amostra de jovens atletas de nível nacional o que até hoje, ainda é um tema pouco estudado pela literatura. Alguma investigação foi realizada neste âmbito, mas muito pouca utilizou amostras constituídas por jovens atletas. Até ao momento a investigação produzida neste âmbito, não se tem focado nem na elite nem em atletas em percurso de formação (Borges, 2008) Na nossa revisão da literatura apenas encontramos um estudo canadiano (Forbes, Fuller, Krentz, Little, & Chilibeck, 2009) que faz o levantamento dos preditores do desempenho em jovens atletas de canoagem.

A literatura publicada até ao presente genericamente tem-se debruçado em amostras constituídas por atletas pouco experientes e de idade superior as 18 anos (Nakamura et al., 2006). Alguns trabalhos procuraram realizar uma caracterização da modalidade, ou comparar as várias vertentes da modalidade (C. R. R. Alves & Klausener, 2013). Ainda existiu algum esforço na realização de estudos que comparam perfis de atletas que competem em distâncias distintas ou usam algumas características dos atletas de canoagem como por exemplo o valor do  $VO_2 max$  (Nakamura et al., 2006) comparando-o com o exibido com atletas de outras modalidades. Sendo uma modalidade difícil de estudar em contexto ecológico, os investigadores optam quase sempre por realizar os estudos em laboratório.

Este estudo assume esta fragilidade ecológica pois é realizado em kayak ergómetro o que difere das condições reais de um kayak na água. Tendo em conta as dificuldades impostas pela realização de um estudo na água, optámos pelo laboratório e desta forma eliminar

variáveis como a corrente, vento, temperatura da água, profundidade, temperatura e humidade.

Sendo este estudo pertinente, pois enriquecerá o conhecimento desta modalidade, nomeadamente na área da canoagem de velocidade em escalões da adolescência masculinos, permitindo assim contribuir para uma gestão adequada da carga de treino de modo a melhorar o rendimento destes atletas.

Concluimos pois pela importância da condução de pesquisa que associe a avaliação dos fatores determinantes do rendimento, obtidos em teste protocolar, com as exigências de uma prova critério, realizada em idênticas condições.

## 2. Estado da Arte

### 2.1 Caracterização da modalidade de Canoagem

A canoagem pode ser definida como o uso de uma embarcação movida pelo trabalho humano para se movimentar sobre a água. Historicamente, devido à necessidade de caça e de locomoção em rios de difícil navegação, diferentes embarcações foram desenvolvidas (C. R. R. Alves & Klausener, 2013). Este uso ancestral de diversos tipos de embarcações associado a práticas de sobrevivência passaram mais tarde a ser utilizadas em atividades recreativas entre as quais a prática desportiva. De acordo com a International Canoe Federation, são 13 as vertentes desportivas que constituem a canoagem: velocidade, *slalom*, adaptada, descida, maratona, oceânica, onda/surf, *kayak polo*, *rafting*, rodeio, canoa *hawaiana*, *dragon boat* e *canoe sailing* (canoagem a vela) (Federation, 2015). Essas embarcações são denominadas *kayaks*, canoas ou botes. Os *kayaks* tiveram sua origem nos esquimós, nos quais o praticante permanece sentado num banco com suas pernas semi-extendidas e utiliza uma pagaia dupla, com duas pás, realizando a ação propulsiva de forma alternada. Diferentes relatos indicam que as canoas surgiram em simultâneo em diversas civilizações. Nesta embarcação o praticante permanece em uma posição ajoelhada e utiliza uma pagaia simples, com uma única pá. Por fim, os botes podem apresentar tanto características semelhantes aos *kayaks*, no qual o praticante utiliza pagaia dupla, como de canoa, no qual o praticante utiliza uma pagaia simples, ex.: “*Rafting*”) (Canoagem, 2015)

Existem três grandes grupos de embarcações de Canoagem: o *Kayak* (abreviadamente K), caracterizado por possuir um apoio para os pés e um assento que é possível regular para as dimensões do indivíduo. Existe também um leme para controlo da embarcação, o qual é controlado sempre pelo atleta. Os atletas pagaiam sentados e o deque da embarcação é fechado, havendo uma abertura somente onde ficam posicionados os atletas na embarcação, usando uma pagaia dupla; A canoa (abreviadamente C), caracterizada por ser normalmente navegada com um ou dois joelhos no fundo da embarcação. Nas canoas, existe um estrado, onde é colocado um bloco de borracha, em que os atletas apoiam o joelho. O movimento técnico é realizado com o indivíduo apoiado sobre um dos joelhos. Para essas embarcações, não é permitido o uso de leme, o que obriga o praticante a realizar uma técnica para controlar a direção de sua embarcação. Diferente do *kayak*, o deque é aberto. A pagaia utilizada é a simples; O surf ski (abreviadamente S), é uma embarcação constituída por um casco e convés estanque ficando o atleta sentado no

convés. Contém drenos de auto exaustão, usados para escoar água da zona de pés e banco. Todas as embarcações terão pelo menos um ponto duro na zona do atleta para fixação de um cabo. Todas as aberturas no casco superiores a 12mm em diâmetro (dreno e buracos de abertura) devem ser servidas com uma capa que deve ser fixada mecanicamente. As balsas pneumáticas (designadas por *raft*), é caracterizado por ser navegado na posição de sentado, utilizando como meio de propulsão uma pagaia de uma pá (ANATEL, 2005)

A canoagem é uma modalidade olímpica, introduzida nos Jogos Olímpicos de Berlim em 1936(Borges, 2008). A Canoagem Velocidade é uma vertente essencialmente de competição. É praticada em lagos de águas calmas com 9 pistas de 9 m de largura, sendo consideradas as distâncias oficiais de 200, 500 e 1000 metros para campeonatos mundiais e taças do mundo, e as mesmas distâncias nos Jogos Olímpicos, sendo que nas femininas, as provas são de 200m e de 500 metros, e nos masculinos de 200 metros e de 1000 metros (Forbes et al., 2009; Borges, 2008). As competições iniciam-se a partir de provas eliminatórias que classificam as embarcações para as fases semifinais e finais. As classes das embarcações são standardizadas pelas regras da Federação Internacional de Canoagem (Federation, 2015), que geralmente são adotadas pelas federações nacionais, a fim de familiarizar os atletas a essas regras. Abaixo estão descritas as características das embarcações:

- K1 kayak individual com 5,20 m de comprimento e 12 kg de massa;
- K2 kayak duplo com 6,50 m de comprimento e 18 kg de massa;
- K4 kayak quádruplo com 11 m de comprimento e 30 kg de massa;
- C1 Canoa individual com 5,20 m de comprimento e 14 kg de massa;
- C2 Canoa dupla com 6,50 m de comprimento e 20 kg de massa;
- C4 Canoa quádrupla com 9 m de comprimento e 30 kg de massa.

Neste trabalho, a amostra é constituída apenas por praticantes de kayak, e a distância que nós iremos abordar serão os 1000 metros, competição que Portugal alcançou uma medalha de prata, nos Jogos Olímpicos de 2012 de Londres. Em anexo, constam as figuras das embarcações, acessórios e pagaias (anexo A).

## **2.2 A estruturação da carreira desportiva dos atletas de canoagem**

Nesta modalidade existem casos de atletas que conseguem atingir os melhores resultados em idades mais avançadas. A italiana Josefa Idem realizou oito presenças em jogos olímpicos, sendo a última até ao momento aos 48 anos de idade (2012). Ela é a recordista de participações. É mãe de dois filhos, nascidos um ano antes de Atlanta, em 1996, e de Atenas, em 2004, tendo conquistado uma medalha de ouro, duas pratas e uma de bronze. O atleta Erik Veras Larsen com 36 anos, em 2012, é também um exemplo de longevidade na canoagem, tendo conquistado até ao momento duas medalhas de ouro, uma de prata e uma de bronze em jogos olímpicos. Participou em três edições, 2004, 2008 e 2012 até ao presente. Sendo ainda uma incógnita a sua participação na edição de 2016 no Rio de Janeiro (Larsen, 2015).

Um estudo sobre a equipa portuguesa masculina que participou nos apuramentos dos jogos olímpicos de 2008, aponta que os atletas têm uma média de 19,6 anos de idade (L. Alves & Silva, 2009).

A nível internacional os atletas que atingem finais de competições mundiais europeias e de jogos olímpicos, são atletas já a rondar em média os 28 anos. Nos jogos olímpicos de Londres 2012, os atletas da final do k1 1000 metros tinham uma idade média de  $29 \pm 6,3$  anos. Este valor pode sustentar-se na importância da experiência dos atletas, e na importância da acumulação da carga de treino, como fator determinante do sucesso em modalidades de componente predominantemente aeróbia. Para um tempo de 315 segundos aos 1000 metros, este tem uma contribuição aeróbia de 78,6 %, o que demonstra a importância desta via energética (Nakamura, Borges, Sales, Cyrino, & Kokubun, 2004).

A modalidade em Portugal está dividida segundo escalões etários, menores, iniciados, infantis, cadetes, juniores, seniores, veteranos A, veteranos B, veteranos C. A modalidade é praticada com a sustentabilidade dos clubes, que fornecem as condições de treino, preparação para os atletas. A nível das competições, está organizado na seguinte lógica, por níveis de dificuldade, nível regional, nacional e internacional. Existem vários tipos de competições e, várias distâncias: de 200m, 500m, 1000m, 2000m, 5000m, 35000m, a nível nacional, internamente, e a nível internacional, externamente (Canoagem, 2015).

### **2.3 Caracterização do jovem praticante de Kayak**

Os termos de crescimento, maturação e desenvolvimento são normalmente utilizados como sinônimos. Embora estejam inter-relacionados, são conceitos diferentes. Desde a concepção até a maturação física, o crescimento é o processo biológico dominante nos primeiros 20 anos de vida e envolve não apenas mudanças no tamanho do corpo, mas também na proporção e composição corporal (R. A. Fernandes, 2013; Stratton, Reilly, & Richardson, 2004).

Por esta razão, é essencial que todos os estudos prospectivos em crianças, tanto no contexto do desporto juvenil e investigações de pesquisa, controlem a maturidade (Baxter-jones et al., 2005).

Nesse período é comum que indivíduos em estádios muito diferentes sejam agrupados nas mesmas categorias segundo a sua idade cronológica, o que gera grande discrepância de resultados desportivos, com substancial vantagem para os sujeitos maturacionalmente adiantados. No desporto de crianças e jovens o talento não garante à partida, por si só, o sucesso desportivo, uma vez que há um grande número de variáveis envolvidas no processo de formação, de entre as quais figuram o crescimento, maturação e desenvolvimento, processos altamente individuais e que influem na performance dos jovens atletas (Silva, Fernandes, & Celani, 2001).

O período que medeia entre o take-off e o pico de velocidade de crescimento (PVC) denomina-se por salto de crescimento pubertário. A estatura, a massa corporal total, a massa gorda, a massa muscular e a relação massa magra/massa não magra são os parâmetros antropométricos e de composição corporal que maiores alterações sofrem durante o período da adolescência (G. beumen and R. Malina, 2007).

Na canoagem em Portugal os atletas que obtêm melhores resultados nas idades entre os 13 e os 16 anos são em geral avançados maturacionalmente, possuindo maiores comprimentos dos membros, maior quantidade de massa magra, apresentando maior estatura e maior altura sentado que um adolescente comum (Machado, 2010). Por esta razão conhecer o processo maturacional permite compreender algumas das limitações que afetam o rendimento no momento, mas que aguardando o tempo necessário poderão vir a ser ultrapassadas, garantindo possibilidade de sucesso aos jovens com atraso maturacional. Por outro lado permitirá moderar as expectativas relativamente à progressão de atletas avançados na maturação.



## 2.4 Características morfológicas

Os dados disponíveis reportam uma massa corporal e quantidade de massa magra acima da média, grandes larguras e perímetros na parte superior do corpo, e baixos indicadores de adiposidade (Fernando Alacid, Marfell-Jones, López-Miñarro, Martínez, & Muyor, 2011).

A altura sentada e o perímetro torácico têm correlação com o tempo de prova de 1000 metros (Fry & Morton, 1991), o perímetro torácico e o diâmetro do úmero estão associados a um bom desempenho numa competição de 500 metros, o braço fletido em contração, os perímetros, a amplitude do antebraço e do tórax úmero estão relacionados com o desempenho em provas de 200 metros (Van Someren & Howatson, 2008).

O desempenho ótimo para atletas dessa modalidade requer certos atributos antropométricos (tamanho, formato), fisiológicos (funcionais) e psicológicos (Fry & Morton, 1991). O processo de treino a que os atletas são submetidos para realizarem esforços máximos de característica cíclica pode gerar ajustes no processo de hipertrofia do sistema músculo – esquelético, devendo-se considerar que, o treinamento deve procurar desenvolver todos os atributos determinantes e importantes para o aumento do desempenho (Fry & Morton, 1991).

Existe um aumento das medidas corporais mais significativas ao nível dos membros superiores. A tendência para o mesomorfismo parece ser uma das características principais resultantes da prática sistemática da canoagem. Atletas masculinos evidenciam características predominantemente ecto-mesomorfas. São atletas com um reduzido grau de gordura subcutânea comparativamente com a restante população (Machado, 2010). Segundo um estudo com atletas jovens de Espanha de *kayak*, estes atletas possuem um perfil com características anatómicas semelhantes aos atletas seniores de elite da modalidade (Fernando Alacid et al., 2011).

Atletas seniores apresentam maiores índices de IMC que atletas jovens. Segundo este estudo grego atletas jovens masculinos juniores apresentam o percentil 30 em relação à altura, percentil 47 no peso e percentil 40 no índice de massa corporal (Diafas, Dimakopoulou, Diamanti, Zelioti, & Kaloupsis, 2011).

O perfil antropométrico do jovem *canoísta* masculino que tem melhores resultados em provas de velocidade, possui maiores dimensões na parte superior do corpo e melhores resultados no teste de *pull-up* (R. A. de A. D. Fernandes, 2013).

A composição corporal é a proporção entre os vários componentes do corpo e massa corporal total, e é normalmente expressa pelas percentagens de massa gorda e magra. A avaliação composição corporal é dividida em três grupos: avaliação direta, avaliação indireta e de avaliação mista'.

A medição das pregas cutâneas constitui o meio mais conveniente para estabelecer, indiretamente, a quantidade de gordura corporal. Através da somatória das pregas como por exemplo tríceps, abdominal, subescapular, supra-iliaca. A prega cutânea deve ser medida com adipômetro que mantenha pressão constante, não servem, portanto, os que não possuem mecanismos reguladores de pressão. A avaliação da gordura do corpo, a partir da medida das pregas cutâneas, não é isenta de críticas. Em primeiro lugar, este procedimento baseia-se nas suposições de que o tecido adiposo subcutâneo representa proporção constante da gordura total do corpo e que, no local escolhido para a medida, a espessura do tecido representa a espessura média do tecido gorduroso subcutâneo (Vannucchi, Unamuno, & Marchini, 1996).

A pletismografia através do deslocamento do ar (BOD POD) é um método recente utilizado para estimar a gordura e massa isenta de gordura. O método utiliza os mesmos princípios que o método clássico "*gold standart*" de pesagem hidrostática (HW), medindo a quantidade de ar em vez da água. O Bod Pod oferece várias vantagens sobre HW, uma redução considerável do tempo de teste, maior facilidade de uso tanto para o sujeito e técnico, e melhor acomodação de diferentes tipos de sujeitos. É um método muito exato, embora alguns estudos relatem discrepâncias na percentagem de gordura corporal entre métodos de referência (Ball, 2005).

## **2.5 Importância dos parâmetros cardiorrespiratórios no rendimento do atleta de canoagem**

As provas de canoagem de velocidade exigem do atleta esforços de grande potência aeróbia e anaeróbia, por possuir um tempo mínimo de duração de 35 segundos nas provas mais rápidas (200m) e tempo máximo de aproximadamente 230 segundos nas provas de 1000m (Michael, Rooney, & Smith, 2008).

Aos atletas deste desporto é exigida uma grande capacidade de tolerar esforços de elevada intensidade para gerar ATP em quantidade suficientes para suportar a realização de um trabalho externo (Morton & Billat, 2000). Os esforços de canoagem caracterizam-se por uma grande exigência do aparelho cardio-circulatório e respiratório, do sistema de utilização

periférico do oxigénio e, ao mesmo tempo, uma grande capacidade de produzir trabalho, através da via metabólica anaeróbica láctica (L. Alves & Silva, 2009).

No que diz respeito a contribuição do metabolismo anaeróbio, foi observado um grande aumento das concentrações sanguíneas de lactato logo após uma prova de velocidade (13 mmol.L<sup>-1</sup> após uma prova de 1000 metros), sugerindo que a via glicolítica exerce uma contribuição significativa. A canoagem de velocidade apresenta grande ativação dos músculos do membro superior, exigindo força e resistência muscular (C. R. R. Alves & Klausener, 2013).

Caracterização fisiológica dos 1000m tendo uma duração de 315 segundos, tem uma contribuição aeróbia de 78,6 % e uma contribuição anaeróbia de 21,4% (Nakamura et al., 2004).

Investigação publicada sugere que atletas treinados, devem ser avaliados nas condições semelhantes às que são solicitados no treino e na competição, de modo a obter as informações mais relevantes e concretas em relação à sua capacidade de trabalho físico (Bunc & Heller, 1994).

Estes atletas têm uma maior capacidade relativa para executar exercício com os membros superiores e menor com membros inferiores comparando com outros atletas (Bunc & Heller, 1994). Uma adaptação a um determinado estímulo não tem apenas consequências gerais, mas também específicas, por exemplo, quando os indivíduos treinados foram submetidos a uma carga não-específica no ciclo ergómetro, foram registados valores de VO<sub>2</sub> max semelhantes aos característicos da população não praticante de desporto. Por outro lado, quando testamos os mesmos indivíduos, usando material específico (por exemplo atletas de canoagem no *kayak* ergómetro), obtiveram-se valores típicos de atletas altamente treinados (Bunc & Heller, 1994).

A relação entre o desempenho em competição e os valores obtidos em laboratório podem ser afetados por diversos fatores (nível de técnica, estratégia durante as competições, fatores psicológicos, especialmente um nível diferente de motivação (Fry & Morton, 1991) Os resultados de testes submáximos não específicos e testes de esforço máximo em um ergómetro sugerem cautela na interpretação de variáveis fisiológicas que podem ser sensíveis ao estado de treino. Os testes em *kayak ergómetro* podem ser mais sensíveis do que aqueles em um ciclo ergómetro para detetar alterações no estado de treino dos atletas de canoagem experientes, mas isso só pode ser avaliado num estudo longitudinal.

Até ao momento já foram realizados várias pesquisas sobre atletas de canoagem (Borges, 2008), sendo poucos os que têm atletas de elite mundial (Nakamura et al., 2006). São genericamente estudos que tem a participação de atletas pouco experientes e de idade superior as 18 anos (Nakamura et al., 2006). Existem investigações que apenas realizaram uma caracterização da modalidade, ou de comparação das várias vertentes da modalidade (C. R. R. Alves & Klausener, 2013), ou que comparam perfis de atletas que competem em distâncias distintas. Determinam o pico de  $VO_2 \max$  (Nakamura et al., 2006) e comparam-no com outras modalidades. Sendo uma modalidade com muitas variáveis no terreno, os investigadores optam quase sempre por realizar os estudos em laboratório o que implica um baixo valor ecológico.

Na canoagem a intensidade e duração dos esforços é muito variável devido às várias distâncias que existem, isto implica que o exercício dependa tanto das capacidades anaeróbias, bem como das capacidades aeróbias. Contudo, a alta performance dos atletas de canoagem depende da eficiência do sistema cardiopulmonar. A formação específica destes atletas tem em conta o desenvolvimento da força muscular (incluindo a dos músculos que intervêm na respiração), que, obviamente, afetam o funcionamento dos pulmões. (Burkhard-jagodzinska et al., 2007)

A maioria dos estudos em funções pulmonares são realizadas em atletas, os atletas geralmente são selecionados a partir da média da população, sendo indivíduos jovens e saudáveis frequentemente, apresentando uma massa corporal e estatura elevada, pois as características antropométricas desempenham um papel muito importante para vários desportos. (Forbes et al., 2009).

Os estudos realizados sobre características fisiológicas de atletas e canoagem de elite de K1000 metros é relativamente pequeno (Fry & Morton, 1991). Em estudos, foram correlacionadas significativamente várias medidas antropométricas (altura do assento,  $r = -0,37$ ; de massa corporal,  $r = -0,37$ ; e soma de 8 dobras cutâneas,  $r = 0,37$ ), e variável aeróbia ( $VO_2 \max$  absoluto,  $r = 0,71$ ; relativa  $VO_2 \max$ ,  $r = -0,64$ ), tendo como ponto de avaliação o tempo de performance 1000 metros. Tendo uma prova de 1000 metros uma alta contribuição aeróbia. No entanto, foram encontradas correlações significativas entre a performance de 1000 metros desempenho e o pico de potência ( $r = -0,65$ ) e trabalho total realizado durante o teste de ergómetro de 30 segundos em kayak ( $r = -0,74$ ), sugerindo que os 1000 metros exigem uma alta contribuição anaeróbia (Forbes et al., 2009).

Até o momento, poucas pesquisas examinaram atletas de canoagem jovens. Os dados antropométricos, sexo, idade, altura, altura sentado, e envergadura foram correlacionados significativamente com o desempenho ( $p < 0,05$ ). O supino 1-RM é também um indicador de desempenho. Um estudo examinou a relação da estatura, altura sentado e envergadura, com a performance em 1000 metros e descobriu que a envergadura tem uma elevada correlação com o desempenho, seguido de altura sentado, e, em seguida, altura em pé (Forbes et al., 2009). A nível fisiológico houve uma correlação significativa entre o tempo K1000 e o  $VO_2 \text{ max}$  absoluto e relativo, no entanto, o  $VO_2 \text{ max}$  absoluto demonstrou maior correlação que o  $VO_2 \text{ max}$  relativo, sugerindo que a capacidade aeróbia absoluta pode ser mais importante do que a relação do pico do  $VO_2 \text{ max}$  (Forbes et al., 2009).

A análise dos parâmetros ventilatórios apresenta três aumentos não-lineares. O primeiro aumento não linear corresponde ao primeiro limiar ventilatório (Lv1). O primeiro limiar ventilatório (Lv1) resulta do menor valor da  $P_{et}O_2$  precedendo o seu sistémico aumento, que pressupõe a perda da linearidade entre a ventilação (VE) e o  $VO_2$ , observada a partir dos equivalentes ventilatórios de oxigénio ( $VE/VO_2$ ) e de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ). O segundo aumento não linear representando o segundo limiar ventilatório (VT2) também chamado de "ponto de compensação respiratória". Verificação do maior valor da  $P_{et}CO_2$ , pode ou não preceder da sua queda sistemática, perda da linearidade da relação entre VE e  $VCO_2$  verificada a partir do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ) (Cottin et al., 2006). O reconhecimento dos limiares ventilatórios ganha especial importância para a prescrição de treino, porque é uma das tendências dos desportos de resistência moderna (Steinacker 1993; Steinacker et al 1998), realizar o trabalho abaixo do Lv1 e acima do Lv2, segundo o modelo de treino polarizado (Esteve-Lanao, Foster, Seiler, & Lucia, 2007; Fiskerstrand & Seiler, 2004). O terceiro momento é do  $VO_2 \text{ max}$ , sendo este a capacidade máxima do corpo de um indivíduo em transportar utilizar e metabolizar oxigénio durante o exercício, tem como pontos de verificação, a existência de um "plateau" no consumo de oxigénio, apesar de um aumento da intensidade do exercício, a concentração de lactatémia superior a  $6 \text{ mmol.L}^{-1}$ , o rácio de trocas respiratórias  $\geq 1.11$ , com uma frequência cardíaca dentro de 10% do valor máximo previsto para a idade e uma máscara de esforço de ter atingido a exaustão (Howley, Bassett, & Welch, 1995).

O processo de treino nos atletas jovens segue um modelo de planeamento tradicional, apresentando uma periodização caracterizada por incluir uma fase de aquisição, uma fase de manutenção e uma fase de perda. Cada uma destas fases são divididos em períodos preparatórios, competitivos e transitórios (L Matveev, 1981; LP. Matveev, 1991). As

características da carga de treino – na preparação para esta distância fundamenta-se na utilização de grande volume aeróbio e de algum trabalho anaeróbio, tendo sempre em atenção a importância de paralelamente dedicar bastante importância à musculação e à corrida. Alguns treinadores optam por incluir tarefas de ciclismo e natação principalmente no período preparatório geral da época de Inverno (Borges, 2008).

Existem alguns estudos realizados com esta temática mas são muito poucos os que têm a amostra de atletas jovens de canoagem. Tendo apenas encontrado um estudo canadiano (Forbes et al., 2009) em que faz o levantamento dos preditores em atletas jovens de canoagem. Neste sentido o nosso estudo ganha pertinência ao produzir conhecimento numa área ainda pouco explorada, como é a da procura dos preditores de rendimento em jovens praticantes de canoagem.

## 2.6 A importância da Técnica na Canoagem de Velocidade

Na Canoagem, o aperfeiçoamento técnico é determinante para a performance. Na técnica de canoagem, a pagaia gira de uma forma alternada, havendo duas fases: fase aquática que se divide em ataque tração e saída, a fase aérea divide-se em subida da pagaia e ataque aéreo, estas duas fases compõem um ciclo (Fernando Alacid et al., 2011). A generalidade dos treinadores reconhece um papel muito importante ao reforço muscular nos movimentos de supino e tração como um meio privilegiado de desenvolvimento de força especial nos canoístas.

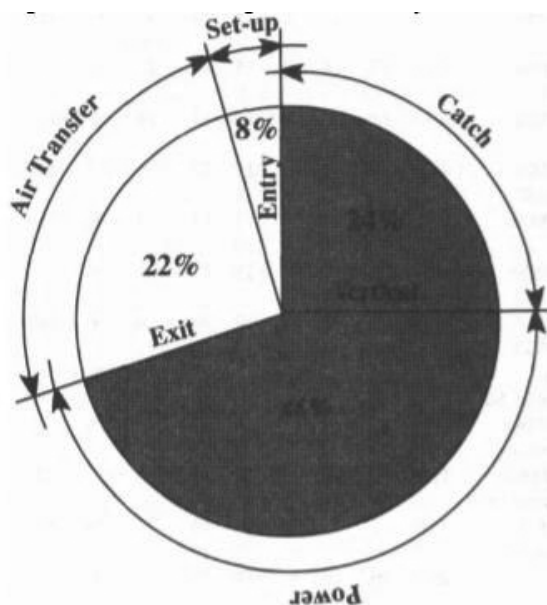


Figura 1 - Tempos das fases da pagaia no Kayak retirado (Cox, 1992)

Dentre 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. A distância de ciclo é a distância média percorrida pela embarcação, considerando a proa do *kayak*, como referência, durante a execução de um ciclo completo de pagaiada (ação consecutiva dos membros superiores direito e esquerdo). A cadência pode ser obtida a partir do quociente entre o número de ciclos executados por unidade de tempo. A unidade de medida é expressa em ciclos por segundo ( $\text{ciclos.s}^{-1}$  ou Hz) ou ciclos por minuto ( $\text{ciclos.min}^{-1}$ )(Carneiro & Castro, 2010).

A potência consiste na capacidade de realizar trabalho em determinado período de tempo e, normalmente, é definida como força multiplicada pela distância/tempo. Billat com o seu estudo em atletas elite de *kayak* 1000 metros, em *kayak* ergómetro, verificou que a potência no  $\text{VO}_2 \text{ max}$  foi de 239 Watt (V. Billat, 1996). Já para (Rynkiewicz & Starosta, 2011), numa investigação com 65 atletas de canoagem de nível elite, obteve uma potência de 230 watt.

### **3. Definição do problema**

Considerando os aspetos que são importantes e que podem explicar o rendimento na performance numa prova de 1000 metros, decidimos avaliar o valor preditivo da capacidade cardiorrespiratória, antropométrica, indicadores maturacionais e biomecânicos no desempenho na prova de 1000 metros em *kayak* ergómetro em jovens atletas praticantes de canoagem – regatas em linha.

#### **3.1 Objetivos do estudo**

Assumem-se como objetivos principais do estudo os seguintes:

- a) Verificar a associação dos parâmetros morfológicos e maturacionais com a performance;
- b) Verificar a associação dos diferentes parâmetros ventilatórios e metabólicos com a performance;
- c) Comparar a potência máxima aeróbia com o valor médio registado no teste de 1000 metros;
- d) Verificar a associação dos parâmetros cinemáticos; cadência, distância de ciclo com a performance;
- e) Comparar a lactatémia máxima observada no protocolo progressivo com a registada no final do teste de 1000 metros;
- f) Caracterizar a prova de 1000 metros através do comportamento das diferentes variáveis metabólicas, fisiológicas e biomecânicas em segmentos sucessivos de 250 metros.

#### **3.2 Pertinência do estudo**

Poucos estudos tem sido publicados centrados nos fatores determinantes do rendimento em jovens praticantes de canoagem. A maior parte da literatura encontrada, não realiza uma abordagem de largo espectro, centrando-se na maior parte dos casos na influência de alguns parâmetros, morfológicos ou fisiológicos. Pretendemos uma aproximação ao problema. Existem alguns estudos realizados com esta temática mas são muito poucos os que têm a amostra de atletas jovens de canoagem. Tendo apenas encontrado um estudo canadiano (Forbes et al., 2009) em que faz o levantamento dos seguintes preditores da performance, na antropometria a estatura, a altura sentado, a envergadura e a composição corporal, avaliaram também a força através de 1 – RM no exercício de supino e de remada, analisaram a flexibilidade com o *sit and reach* em jovens atletas de canoagem. Nós neste



estudo, usamos como preditores da performance a antropometria, com as mesmas variáveis menos a envergadura, usamos indicadores maturacionais para determinar o estado maturacional dos indivíduos, os indicadores fisiológicos, frequência cardíaca (FC), o limiar ventilatório 1 (Lv1), o limiar ventilatório 2 (Lv2) e o  $VO_2 \max$ , Analisamos também a performance através da cadência, potência da pagaiada, a distância de ciclo (DC), a velocidade e o lactato do protocolo progressivo e da prova máxima de 1000 metros.

### **3.3 Limitações do estudo**

Este estudo tem deficiências ecológicas assumidas à partida pois é realizado em *kayak ergómetro* o que não é igual a um *kayak* dentro de água, mas tendo em conta as variáveis que um estudo dentro de água nos iria trazer optámos por fazer no laboratório e desta forma eliminar variáveis como a corrente, vento, temperatura da água, profundidade, temperatura e humidade, como o estudo (Bunc & Heller, 1994). No entanto como todos os protocolos foram realizados nas mesmas condições julgamos ter assegurado a validade do estudo comparativo.

## 4. Metodologia

Da amostra fizeram parte 12 atletas jovens praticantes da modalidade canoagem de velocidade. Os elementos da amostra apresentam uma média de 2 anos de experiência, tendo já competido em campeonatos regionais e nacionais, 11 deles alcançaram pelo menos uma vez uma posição nos cinco primeiros lugares destas competições.

Foi realizada a caracterização antropométrica: massa corporal (Kg), estatura (centímetros), altura sentado (centímetros). A avaliação da composição corporal foi feita com recurso à pletismografia sendo igualmente usada a medição de pregas cutâneas, sempre que o teste em BodPod não garantia consistência e fiabilidade, o que aconteceu em alguns sujeitos de elevada magreza ou que os resultados mesmo após repetição nos tenham suscitado dúvidas.

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) e do *Maturity offset* proposto por Mirwald et al.(2002).

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 (anexo B). 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.

Apresentamos seguidamente o conjunto das variáveis controladas, bem como os aspetos metodológicos inerentes à qualidade dos dados recolhidos.

### Idade

O cálculo da idade decimal foi realizado de acordo o procedimento usual proposto por Brown, & Barrett, 1969 e Markuske, 1971 como se ilustra na equação 1.

$$Idade\ decimal = \frac{Data\ da\ avaliação - Data\ de\ nascimento}{365,25}$$

Equação 1. Cálculo da idade decimal (Brown & Barrett, 1969)

## **Massa corporal**

Apesar de na medição da massa corporal ser desejável que os sujeitos se apresentem sem vestuário, decidimos restringir a roupa a peças leves para facilitar a avaliação, ficando os observados em fato de banho ou em calções e descalços. O Equipamento utilizado para a recolha de dados foi uma balança digital portátil Seca, modelo 770.

## **Estatura**

Com a mesma roupa permitida para a medição da massa corporal, o observado será encostado ao estadiómetro, sendo a cabeça ajustada pelo observador de forma a orientar corretamente o plano horizontal de *Frankfurt*, sendo pedido ao sujeito para inspirar o máximo volume de ar, mantendo a posição hirte. O equipamento utilizado para a recolha da estatura foi um estadiómetro *Harpندن*, modelo 98.603.

## **Altura sentado**

O sujeito senta-se de modo a permitir a medição da altura sentado, após este estar sentado o individuo, inspira o máximo volume de ar, mantendo a posição hirte. Esta corresponde à distância vértico-isquiática, também designada comprimento do busto. O equipamento utilizado para a recolha da altura sentado foi um estadiómetro para medir altura sentado *harpندن* 98.607

## **Composição corporal**

O método utilizado foi a pletismografia através do analisador de composição corporal *Bodpod Composition System*, modelo Bod Pod 2006. O procedimento de teste envolve várias etapas. Primeiro, é realizada uma calibração com um volume conhecido. Após a calibração foram adotados os seguintes procedimentos: i) pedir ao sujeito para ter o mínimo de roupa, apenas calções, sem colares, pulseiras, relógios ou que fizesse volume; ii) para diminuir o volume do cabelo do sujeito, este colocou uma toca no cabelo; iii) quando o sujeito está equipado para entrar no instrumento, é pesado numa balança de elevada precisão depois de esta ter sido calibrada por uma massa específica que faz parte dos processos da avaliação.

Após estes procedimentos o sujeito entra para o Bod Pod para duas medições de aproximadamente 45 segundos. O cálculo do volume torácico é realizado automaticamente pelo aparelho. A fórmula utilizada foi predita, de *Lohman (1986)*, tendo sido o instrumento validado em Dezembro de 1995.

### **Pregas Cutâneas**

Este processo foi utilizado para reduzir possíveis erros de medição através da pletismografia. A técnica de medição das pregas de gordura subcutânea é efetuada da seguinte forma: primeiro marcam-se os locais de medição com um lápis dermatográfico, depois, usando o polegar e o indicador em forma de pinça, destaca-se com firmeza a pele e a gordura subcutânea dos outros tecidos subjacentes (músculo). Com a prega firmemente agarrada e elevada, colocam-se as pontas do compasso 2 centímetros ao lado dos dedos, a uma profundidade de aproximadamente 1 centímetro, numa posição perpendicular em relação à prega. Deverá proceder-se à leitura antes de largar a prega e após decorridos 2 a 3 segundos depois de colocado o compasso. Deverão ser efetuadas duas medições, desde que a diferença entre as duas não exceda a tolerância acordada. No caso de esse valor ser excedido deverá proceder-se a novas medições até se encontrar duas que cumpram esse propósito. O valor final é encontrado através da média dessas duas medições. Todas as medições das pregas foram realizadas no hemitorço direito. A prega cutânea foi medida com um adipômetro que mantém a pressão constante. O procedimento que se segue foi usado para medir a prega cutânea sobre o tríceps do braço direito: Foi pedido à pessoa que deixasse o braço solto e relaxado; com uma fita métrica foi medido o comprimento entre o processo acromial da escápula e o olecrano, e marcado o ponto médio; aproximadamente 2 centímetros acima deste ponto, foi prensada a pele sobre o tríceps, entre o polegar e o indicador; puxando a pele ligeiramente, afastando-a do músculo; suavemente, foi medida a prega pelo adipômetro, no ponto marcado; foi lida a medida que o adipômetro acusou em mm. A prega cutânea subescapular é medida 1 centímetro abaixo do ângulo inferior da escápula, com o braço em extensão (*Vannucchi et al., 1996*). O adipômetro utilizado foi *Baseline skinfold caliper*. Foi utilizada a fórmula do livro (*McArdle, Katch, & Katch, 1991*).

## Maturação

Na impossibilidade de utilizar a determinação da idade óssea e ter aceitado igualmente a impossibilidade de determinação da maturação através de indicadores sexuais secundários (estádios de Tanner), a avaliação destes indicadores, foi realizada usando os seguintes métodos:

Porcentagem da estatura matura predita (Khamis & Roche, 1994, 1995). Este método prescinde da idade óssea para o cálculo da estatura matura predita. Os indicadores necessários para o cálculo são a idade decimal, a estatura (stat), a massa corporal (wt) e a estatura média parental (mps). A fórmula para o cálculo corresponde à equação 2.

$$EMP = (\beta_0 + \text{CoefSTAT} * (\text{stat}) + \text{CoefWT} * (\text{wt}) + \text{CoefMPS} * (\text{mps}))$$

Equação 2. Determinação da Estatura Matura Predita (Khamis & Roche 1994, 1995).

*Maturity offset* proposto por *Mirwald et al.* (2002). Este método indica a distância a que um indivíduo se encontra do pico de velocidade de crescimento, o que falta para o alcançar ou há quanto tempo o passou. Os indicadores necessários para o cálculo deste método são, a idade decimal (CA), a estatura, a massa corporal, o rácio da massa/estatura\*100, comprimento membros inferiores e pela altura sentado.

A fórmula para o cálculo corresponde à equação 3.

$$\text{Maturity offset} = (-9,236 + [0,0002708 * (\text{compMI} * \text{altsent})] + [(-0,001663 * (\text{CA} * \text{CompMI}))] + [(0,007216 * (\text{CA} * \text{altsent}))] + (0,02292 * \text{ratio wt/h})).$$

Equação 3. Determinação do Maturity offset (Mirwald et al. 2002)

O processo de organização do estudo e aquisição de dados está representado na Fig1. 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 teste seguinte. No dia antes de efetuar o teste o atleta realizou um treino de intensidade ligeira para o atleta não estar fatigado e ter as reservas de glicogénio bem compostas.

Na chegada ao laboratório os atletas preencheram um questionário pré-teste (anexo C) que tem como objetivo caracterizar o treino realizado nos dias anteriores ao teste para avaliar as condições em que se apresentam para realizar os protocolos, bem como o regime nutricional das últimas 48 horas. Preencheram também um questionário de sintomas com o objetivo de avaliar o estado de saúde e percepção do nível de recuperação do atleta.

Antes da realização de cada teste a distância entre o banco e o finca pés utilizada pelos atletas foi registada para ser replicada no segundo momento de avaliação, para reduzir possíveis alterações da técnica e da 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:

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 recolhida no 1, 3, 5, 7 minutos da recuperação para determinação do valor de lactato mais elevado.

**Protocolo progressivo** – consistiu num teste progressivo onde os atletas iniciam a uma velocidade de 8km/h e de 2 em 2 minutos aumentaram 1km/h até à exaustão. Foi objetivo deste protocolo permitir a deteção dos seguintes parâmetros metabólicos em concordância com (Cottin et al., 2006; Howley et al., 1995).

a) Determinação do 1º limiar ventilatório (Lv1).

Este parâmetro corresponde ao segundo (momento) em que se verificam os seguintes pressupostos:

- I. Perda da linearidade entre produção de  $VCO_2$  e o consumo de  $VO_2$ , denominada razão de troca respiratória ( $VCO_2/VO_2$ );
- II. Menor valor da  $P_{et}O_2$  precedendo o seu sistemático aumento;
- III. Perda da linearidade entre a ventilação (VE) e o  $VO_2$ , observada a partir dos equivalentes ventilatórios de oxigénio ( $VE/VO_2$ ) e de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ).

b) Para determinar o ponto e compensação respiratória ou 2º Limiar ventilatório (Pcr/Lv2).

I. Verificação do maior valor da PetCO<sub>2</sub> precedendo sua queda sistemática e/ou.

II. Perda da linearidade da relação entre VE e VCO<sub>2</sub> verificada a partir do equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO<sub>2</sub>).

c) Consumo máximo de O<sub>2</sub>

Critérios que permitem assumir que o VO<sub>2</sub> max foi atingido são:

I. Existência de um “plateau” no consumo de oxigênio, apesar de um aumento da intensidade do exercício;

II. Concentração de lactatemia superior a 6mmol.L-1;

III. Rácio de trocas respiratórias  $\geq 1.11$ ;

IV. Frequência cardíaca dentro de 10% do valor máximo previsto para a idade;

V. Mascara de esforço de ter atingido a exaustão;

Relativamente ao levantamento dos limiares ventilatórios, estes foram verificados por dois observadores experientes, tendo obtido concordância entre os dois observadores.

No final do teste no minuto 1, 3, 5, 7 foi retirada uma micro amostra de sangue capilar de dedo para determinação da concentração de lactato através de um analisador de lactato portátil (Lactate Pro ®).

### **Teste de 1000 metros**

O atleta realizou um teste com o objetivo de 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.

A *Fan resistance* utilizada foi o valor intermédio fornecido pela Dansprint e pelo seu manual tendo e conta a massa corporal de cada atleta.

Tabela 1 - Valores *Fan resistance* calculados a partir do manual de referência da Dansprint

<i>Weight (kg)</i>	50,0	52,5	55,0	57,5	60,0	62,5	65,0	67,5	70,0	72,5	75,0	77,5	80,0	82,5	85,0	87,5	90,0	92,5	95,0
<i>Fan Resistance</i>	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10

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.

#### 4.1 Apresentação das variáveis cineantropométricas, indicadores maturacionais e biográficos da amostra

Tabela 2 - Média e desvio padrão das variáveis caracterizadoras da amostra

Idade decimal	16,0 ± 1,1
Massa (Kg)	63,8 ± 7,2
Estatuta (centímetros)	174,9 ± 7,2
Altura sentado (centímetros)	92,5 ± 3,8
Estatuta matura predita ( <i>Khamis-Roche</i> )	100,1 ± 5,7
PVC ( <i>Maturity offset</i> )	2,2 ± 1
% <i>Fat</i>	10,7 ± 2,9
Experiência desportiva (anos)	2,7 ± 0,7
Prática semanal (horas)	10,5 ± 2,4
N	12

Estes foram os dados caracterizadores da amostra em estudo. Comparando estes dados com dois estudos realizados, um com uma amostra nacional de atletas portugueses de idades entre os 14-16 anos de (R. A. de A. D. Fernandes, 2013), e o outro com atletas ibéricos de seleção nacional 14-17 anos de (Machado, 2010), ambos em atletas jovens e de *kayak* masculino. No primeiro fator na idade decimal, o primeiro estudo tem 15,39 anos e o segundo 15,7 anos, o que demonstra uma grande semelhança entre as idades com o presente estudo, 16,0 anos. Na massa corporal o primeiro estudo 63,6 kg, o segundo 62kg e o presente estudo 63,8kg, uma grande semelhança também nesta variável. Em relação à estatura no primeiro estudo a amostra tinha 172,8 centímetros, em quanto no segundo



estudo atletas de seleção ibérica possuíam 170,5 centímetros, no nosso estudo possuem 174,9 centímetros, ou seja são mais altos que os estudos com que estamos a comparar. Na altura sentados, no primeiro estudo 91,6 centímetros, enquanto no segundo estudo 87,5 centímetros, já no nosso estudo 92,5 centímetros, tal como na estatura, este valor de comprimento também é maior na nossa amostra. Na variável da estatura matura predita de (Khamis& Roche, 1994, 1995) o primeiro estudo não aborda, e o segundo está 97,5, enquanto na nossa amostra já se encontra a 100, ou seja ambas as amostras se encontram já dentro de fases de crescimento muito perto da fase adulta. O pico de velocidade de crescimento (*Maturity offset*) no primeiro estudo ocorreu há 1,7 anos, no segundo estudo não é abordado e no nosso estudo foi há 2,2 anos. Na composição corporal, a quantidade de gordura apresentada no primeiro estudo é de 15,1%, enquanto no segundo estudo é de 13,5%, a nossa amostra tem 10,7%, estes dois estudos comparativos avaliaram a % de gordura corporal através das pregas cutâneas, o que pode explicar as diferenças dos resultados com o nosso pois a nossa amostra foi avaliada pela pletismografia, outra conclusão que podemos retirar destes dados é que tendo menor % de gordura e possuindo massas semelhantes, que possuem maior quantidade de massa magra total. No âmbito da experiência desportiva, o primeiro estudo tem 3,4 anos, o segundo 3,1 anos, valores próximos da amostra estudada de 2,7 anos. Esta prática em termos semanais tem um impacto no primeiro estudo de 11,5 horas de treino, o segundo não reporta o treino semanal, no nosso estudo os atletas têm uma carga semanal de 10,5 horas de treino por semana, valores também próximos do primeiro estudo.

Os valores da amostra analisada estão muito próximos dos que apresentam os estudos com amostras com atletas de nível nacional, e alguns de nível de seleção nacional das suas idades.

## 4.2 Desenho Experimental

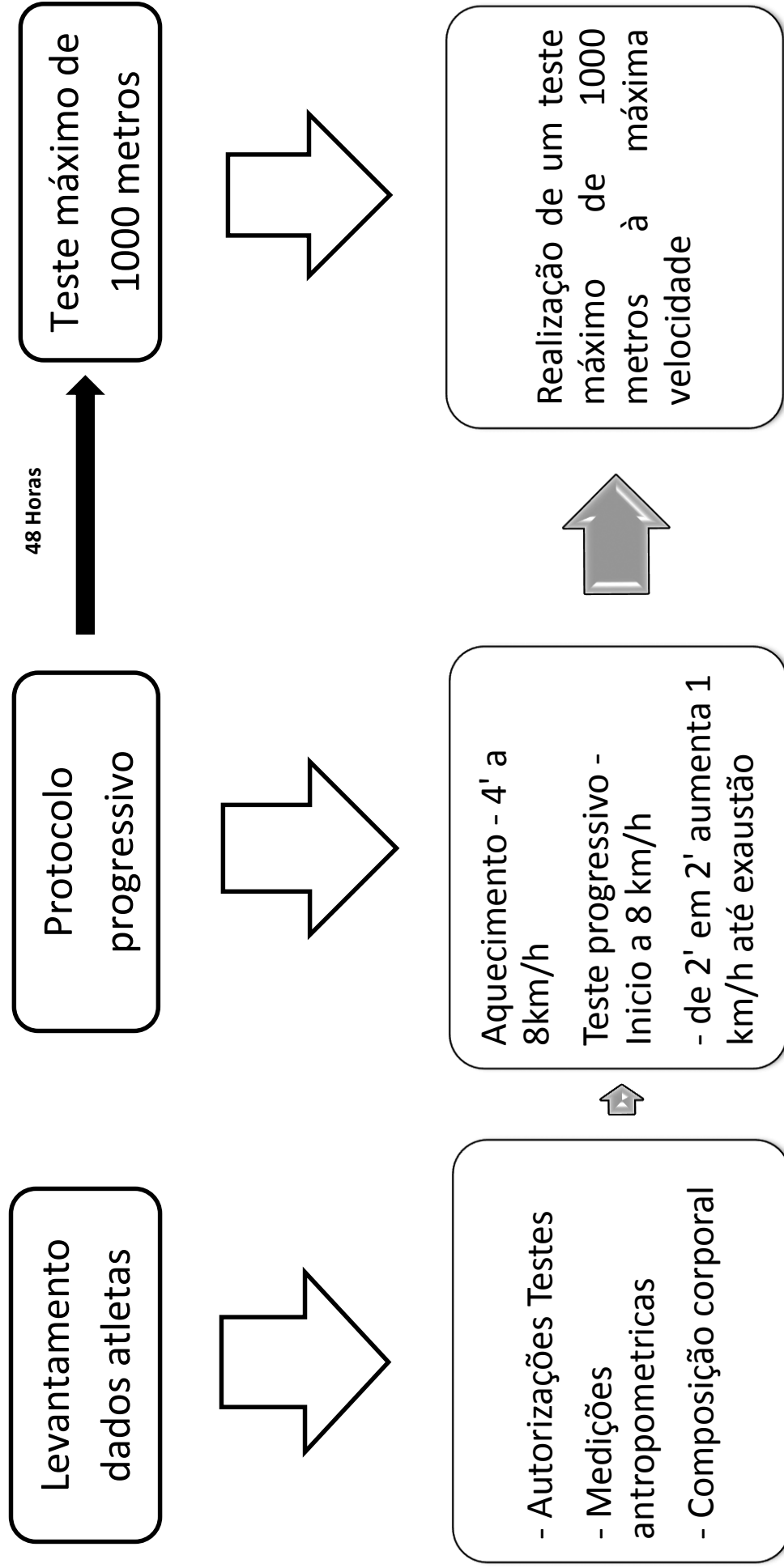


Figura 2 - Cronograma do estudo

## 5. Tratamento estatístico

Os dados serão 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 será avaliada através do teste *Shapiro-Wilke*. Na análise comparativa será utilizado o teste *T-student* para amostras emparelhadas. A análise do comportamento das variáveis controladas nos diferentes segmentos do teste máximo será realizada através da Anova 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 é aplicado um teste *Pos-hoc* com o ajustamento de Bonferroni. Caso a normalidade não se verifique será utilizado o teste de *Wilcoxon*. Para a análise correlativa será usado o coeficiente de correlação de *Pearson* ou *Spearman-rho*, quando justificável. Será tentada uma abordagem interpretativa através de regressões lineares simples. O valor de significância adotado será de  $p \leq 0,05$ . Todos os testes serão realizados através do programa *SPSS 20*.

## 6. Apresentação e discussão dos resultados

Esta secção será organizada em duas partes: na primeira serão apresentados os resultados obtidos pela aplicação do protocolo progressivo que teve como objetivo a determinação do valor do  $VO_2 \text{ max Abs}$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), relativo ( $mL \cdot \text{Kg} \cdot \text{Min}^{-1}$ ), do Lv1 ( $mL \cdot \text{Kg} \cdot \text{Min}^{-1}$ ), e do Lv2 ( $mL \cdot \text{Kg} \cdot \text{Min}^{-1}$ ), a FC máxima ( $\text{bat} \cdot \text{min}^{-1}$ ); a velocidade aeróbia máxima ( $\text{Km/h}$ ), a Cadência ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ), a potência máxima ( $\text{Watt}$ ); a distância de ciclo ( $\text{m}$ ), e o valor do lactato final ( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ).

Na segunda secção serão apresentados os resultados do teste máximo de 1000 metros. Neste protocolo serão reportadas as seguintes variáveis:  $VO_2$  absoluto e relativo, percentagem do  $VO_2 \text{ max}$  (%), a FC ( $\text{bat} \cdot \text{min}^{-1}$ ) em valor absoluto e relativo à FC máxima registada no protocolo incremental; a velocidade média ( $\text{Km/h}$ ), a percentagem da VAM (%), Cadência ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ), a potência média ( $\text{Watt}$ ); a distância de ciclo ( $\text{m}$ ), e o valor do lactato final ( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ).

A prova de 1000 metros será analisada considerando a sua divisão em 4 partes correspondendo cada uma a frações de 250 metros, e análise total da prova.

### 6.1 Apresentação dos resultados obtidos no protocolo progressivo em *kayak ergómetro*

Apresentamos os valores correspondentes aos limiares ventilatórios (Lv1 e Lv2/ ponto de compensação respiratória) e respetivos equivalentes. Os valores são apresentados também em percentagem do  $VO_2 \text{ max}$  (%), da FC máxima ( $\text{bat} \cdot \text{min}^{-1}$ ), da velocidade máxima aeróbia (VAM /  $\text{km/h}$ ), Potência ( $\text{Watt}$ ), cadência de pagaiada ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ), da distância de ciclo ( $\text{m}$ ) e a lactatémia máxima ( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Com o objetivo de facilitar a leitura do comportamento dos diferentes parâmetros determinados no protocolo progressivo, apresentamos todos os dados na tabela (3). De referir que apenas temos os dados da cadência, distância de ciclo e de potência no  $VO_2 \text{ max}$ , pois estes foram levantados nos últimos trinta segundos após estes terem atingido o  $VO_2 \text{ max}$  no protocolo progressivo.

Através da análise dos valores inscritos na tabela 3 podemos constatar que no momento coincidente com o Lv1 a amostra obteve  $59 \pm 11,7\%$  litros por minuto no  $VO_2 \text{ max abs}$ . Este patamar foi realizado a uma velocidade de  $77 \pm 6,2\%$  ( $\text{km/h}$ ) da velocidade máxima aeróbia (VAM), com uma frequência cardíaca de  $80,5 \pm 6,9\%$  da frequência cardíaca máxima (FC).

O Lv2 coincide com um valor de  $88,2 \pm 14,7\%$  do  $VO_2 \max$  absoluto. Esta intensidade foi realizada a  $92,3 \pm 6,1\%$  da velocidade máxima aeróbia (VAM), e com uma frequência cardíaca de  $90,7 \pm 4,6\%$  da frequência cardíaca máxima, 177 (bat.min<sup>-1</sup>) que é um valor próximo do apresentado neste estudo (Joyner & Coyle, 2008), que apresenta 170 (bat.min<sup>-1</sup>).

Tabela 3 – Valores descritivos (média  $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros fisiológicos e da velocidade correspondentes aos limiares ventilatórios 1 e 2

	<b>Limiar ventilatório 1</b>	<b>Limiar ventilatório 2</b>	<b>VO<sub>2</sub>max</b>
VO <sub>2</sub> abs (L.min <sup>-1</sup> )	2,0 $\pm$ 0,4	3,0 $\pm$ 0,5	3,4 $\pm$ 0,6
VO <sub>2</sub> rel( mL.Kg.Min <sup>-1</sup> )	31,0 $\pm$ 5,3	43,0 $\pm$ 7,4	54,0 $\pm$ 7,4
VO <sub>2</sub> 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 (bat.min <sup>-1</sup> )	157,0 $\pm$ 13,6	177,0 $\pm$ 9,1	195,0 $\pm$ 8,2
Lactato (mmol.L <sup>-1</sup> )			10,0 $\pm$ 2,1
Cadência (str.min <sup>-1</sup> )			110,3 $\pm$ 9,2
Potência (Watt)			138,5 $\pm$ 24,5
Distância do Ciclo (m)			1,9 $\pm$ 0,1

Os valores encontrados no protocolo progressivo de  $VO_2 \max$  relativo, concordam com os dados publicados de o Lv1 ser de 60%(Cottin et al., 2006). O valor médio do  $VO_2 \max$  relativo, correspondente ao Lv2 coincidindo com o estudo de Cottin et al., (2006), que apresentava valores 80-85%, reportando 44,2 (mL.Kg.Min<sup>-1</sup>) para o Lv2, enquanto a nossa amostra obteve 43,0 (mL.Kg.Min<sup>-1</sup>) semelhante ao reportado antes (Michael et al., 2008).

Os dados obtidos quando a amostra atingiu o  $VO_2 \max$  foram os seguintes, 3,4  $\pm$  0,4 L<sup>-1</sup> no  $VO_2 \max$  absoluto, e 54  $\pm$  4,0 mL.Kg.Min<sup>-1</sup> de  $VO_2 \max$  relativo, estando os valores registados em conformidade com os valores dum estudo realizado por Billat numa amostra sénior de elite, que apresenta um  $VO_2 \max$  absoluto de 4,01 mL.Kg.Min<sup>-1</sup>, e um  $VO_2 \max$  relativo de 53,8 mL.Kg.Min<sup>-1</sup>, sendo estes valores muito próximos aos apresentados em (V. Billat, 1996). A velocidade atingida foi de 13,0  $\pm$  0,3 Km/h. A frequência cardíaca correspondente foi de 195  $\pm$  95,0 bpm<sup>-1</sup>, que está em concordância com o estudo de Billat,

onde a amostra atingiu o  $VO_2 \text{ max}$  a uma frequência cardíaca de 190 batimentos por minuto (V. Billat, 1996). O lactato final foi de  $10 \text{ mmol.L}^{-1} \pm 2,1 \text{ mmol.L}^{-1}$ , o que está novamente em acordo com estudo de Billat que apresenta um lactato de 8,2 a  $10 \pm 2,1 \text{ mmol.L}^{-1}$  num protocolo incremental de  $VO_2 \text{ max}$  (V. Billat, 1996). A cadência registrada neste patamar foi de  $110 \pm 9,2 \text{ str.min}^{-1}$ , com uma potência de  $138,5 \pm 24,5 \text{ watt}$ , e com uma distância de ciclo de  $1,9 \pm 0,1 \text{ (m)}$ .

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

Tabela 4 – Valores descritivos dos dados obtidos no teste máximo de 1000 metros

	<b>250m</b>	<b>500m</b>	<b>750m</b>	<b>1000m</b>	<b>Total teste máximo</b>
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 apresentamos os resultados obtidos na prova do desempenho máximo na distância de 1000 metros no kayak ergómetro. Assim reportamos os dados do  $VO_2$  absoluto e relativo, a percentagem relativamente ao valor do registado no protocolo progressivo, ( $VO_2 \text{ max } (\%)$ ), a frequência cardíaca, a velocidade, a percentagem da velocidade máxima aeróbia (%), cadência, potência, distância de ciclo, e o lactato (este último apenas no final do teste máximo), segmentando o teste em quatro partes de igual distância (250 metros, e no total do teste máximo de 1000 metros).

Nos primeiros 250 metros, o  $VO_2 \text{ Abs}$  foi de  $2 \pm 0,3$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), correspondendo a cerca de 59 % do  $VO_2 \text{ max}$  absoluto, e um  $VO_2$  relativo de  $39,0 \pm 2,8$  ( $mL \cdot \text{Kg} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Nesta primeira parte a frequência cardíaca foi de  $166 \pm 11$   $\text{bpm}^{-1}$ , o que corresponde a 85% da FC máxima do  $VO_2 \text{ max}$ . A velocidade foi de  $13 \pm 0,6$  (km/h), sendo esta velocidade 100% da VAM, esta velocidade é inferior à apresentada num estudo com atletas *kayak* jovens masculinos com 13 a 14 anos, que apresenta uma velocidade de 14,4 km/h nos primeiros 250 metros (Fernando Alacid, López-Minarro, P.A., & Vaquero, 2009). A cadência utilizada foi de  $106 \pm 8,4$  ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ), estando 4 ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ) do alcançado no  $VO_2 \text{ max}$ , no mesmo artigo a cadência neste primeiro parcial foi de 108 ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ). A potência foi de  $142 \pm 26,5$  (watt), tendo sido uma potência de 2,5% superior à obtida no protocolo incremental. A distância de ciclo nesta primeira parte foi de  $2 \pm 0,13$  metro, sendo esta 0,1 metro superior à observada em intensidade equivalente ao  $VO_2 \text{ max}$ , no protocolo progressivo.

Na segunda parte, nos segundos 250 metros (500 metros), observamos um  $VO_2 \text{ Abs}$  de  $3 \pm 0,4$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), usando 88 % do  $VO_2 \text{ max}$  absoluto. O valor médio do  $VO_2$  relativo de  $49,0 \pm 4,4$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ). Nesta segunda parte a frequência cardíaca foi de  $184 \pm 7,8$   $\text{bpm}^{-1}$  correspondendo a 94% da FC máxima do  $VO_2 \text{ max}$ . A velocidade nesta fase foi de  $12 \pm 0,6$  (km/h), sendo esta velocidade menor que a velocidade máxima aeróbia em 4%., em Alacid (2009) nesta fase da prova os atletas iam a uma velocidade de 12,96 Km/h, mais rápido que a nossa amostra, embora não devemos desprezar as diferenças ecológicas. Na cadência manteve-se a mesma em relação à primeira parte, sendo de  $106 \pm 6,8$  ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ), estando 4 ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ) do alcançado no  $VO_2 \text{ max}$ , em Alacid (2009) os atletas baixaram neste troço da prova para 84 ( $\text{str} \cdot \text{min}^{-1}$ ). A potência foi de  $128 \pm 20,1$  (watt), tendo sido uma potência de 92,4% do valor obtido no  $VO_2 \text{ max}$ . Na distância de ciclo nesta segunda parte foi de  $1,94 \pm 0,11$  m, sendo esta maior 4 centímetros que a distância no  $VO_2 \text{ max}$ .

A terceira parte, os terceiros 250 metros, mostraram um  $VO_2$  de  $3 \pm 0,5$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), usando 88 % do  $VO_2 \text{ max}$  absoluto, e um  $VO_2$  Relativo de  $51,0 \pm 6,1$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ). Nesta terceira parte a frequência cardíaca foi de  $187 \pm 11,6$   $\text{bpm}^{-1}$ , 96% da frequência cardíaca máxima. A

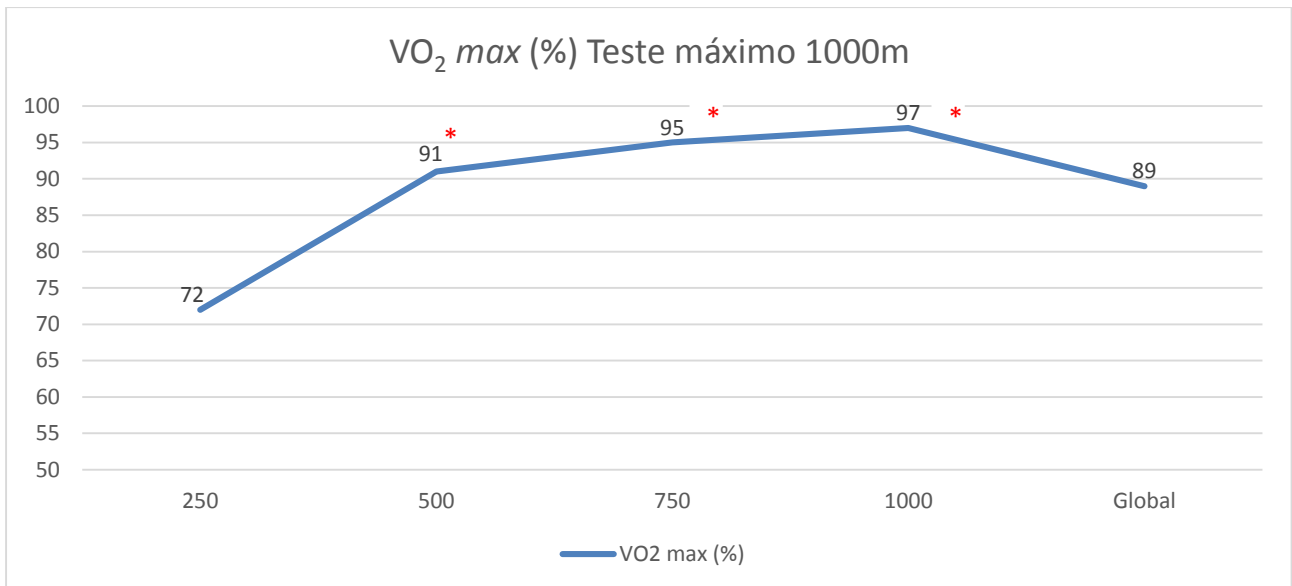


velocidade nesta fase foi de  $12 \pm 0,6$  (km/h), sendo esta velocidade menor que a velocidade máxima aeróbia em 6%, os atletas com que comparamos em Alacid (2009) percorreram este terceiro parcial com uma velocidade de 12,96 Km/h, sendo mais rápidos 0,96 km/h que a nossa amostra. Na cadência houve um decréscimo em relação às duas primeiras partes, sendo de  $104 \pm 6,6$  (str.min<sup>-1</sup>), estando a 6 (str.min<sup>-1</sup>) do alcançado na intensidade de  $VO_2 max$ , já os atletas com que comparamos mantiveram uma cadência de 84 (str.min<sup>-1</sup>), sendo uma diferença significativa para a nossa amostra. A potência foi de  $120 \pm 21,1$  (watt), correspondendo a 86,6% do valor da PAM. Na distância de ciclo no terceiro parcial foi de  $1,92 \pm 0,08$  m, sendo este maior 2 centímetros que a distância registada em  $VO_2 max$ .

Na quarta parte do trial, os últimos 250 metros, tiveram um  $VO_2$  de  $3 \pm 0,5$  (L.min<sup>-1</sup>), usando 88 % do  $VO_2 max$  absoluto, e um  $VO_2$  relativo de  $52,0 \pm 3,7$  (L.min<sup>-1</sup>). Nesta última parte a frequência cardíaca foi de  $192 \pm 10,7$  bpm<sup>-1</sup>, 98,4% da frequência cardíaca máxima. A velocidade nesta fase foi de  $12 \pm 0,7$  (km/h), sendo esta velocidade menor que a velocidade máxima aeróbia em 3%, neste trecho os atletas segundo Alacid (2009) realizaram a uma velocidade de 12,96 Km/h. Na cadência, foi de  $109 \pm 8,7$  (str.min<sup>-1</sup>), estando a 1 (str.min<sup>-1</sup>) do alcançado no  $VO_2 max$ , tal como a nossa amostra, os atletas também subiram a cadência no último percurso da prova, para 96 (str.min<sup>-1</sup>), (Fernando Alacid et al., 2009), a potência foi de  $124 \pm 44,7$  (watt), tendo sido uma potência produzida inferior 14,5 (watt) do valor obtido no  $VO_2 max$ . Na distância de ciclo neste último parcial foi de  $1,9 \pm 0,1$  m, sendo igual à distância de ciclo no  $VO_2 max$ .

Na totalidade do teste máximo de 1000 metros, apresentaram valores médios do  $VO_2 Abs$  de  $3 \pm 0,4$  (L.min<sup>-1</sup>), usando 88 % do  $VO_2 max$  absoluto, e um valor relativo de  $48,0 \pm 4,1$  (L.min<sup>-1</sup>). No total do teste máximo observou-se uma frequência cardíaca média de  $182 \pm 9,5$  bpm<sup>-1</sup>, 93,3% da frequência cardíaca máxima. A velocidade foi de  $12 \pm 0,6$  (km/h), sendo esta velocidade menor que a velocidade máxima aeróbia em 1 (km/h), comparando com o estudo de Alacid (2009) que os atletas partiram a 14,4km/h no primeiro parcial e no segundo terceiro e quarto mantiveram a 12,96km/h, a nossa amostra seguiu uma lógica semelhante, partindo a 13km/h e depois mantendo nos restantes parciais 12km/h. A cadência, foi de  $107 \pm 6,9$  (str.min<sup>-1</sup>), estando a 3 (str.min<sup>-1</sup>) do alcançado no  $VO_2 max$ , em Alacid (2009) os atletas realizaram o primeiro parcial a 108 (str.min<sup>-1</sup>), o segundo e o terceiro a 84 (str.min<sup>-1</sup>) e o quarto parcial a 96 (str.min<sup>-1</sup>), tendo ocorrido um aumento na parte final da prova, no nosso estudo os atletas foram mais constantes, partindo a 106 (str.min<sup>-1</sup>) no primeiro e segundo parcial e descendo para as 104 (str.min<sup>-1</sup>) no terceiro, e subindo no último parcial para as 109 (str.min<sup>-1</sup>), sendo mais constantes que o estudo comparativo. A potência foi de

133,4 ± 22,0 (watt), tendo sido uma potência produzida inferior 5,1 (watt) do valor obtido no  $\text{VO}_2 \text{ max}$ . Na distância de ciclo no total do teste máximo foi de 1,94 ± 0,09 m, sendo mais 4 centímetros que a alcançada no  $\text{VO}_2 \text{ max}$ , na amostra comparativa de Alacid (2009), os atletas efetuaram maior distância de ciclo no primeiro parcial, desceram no segundo parcial, mantendo no terceiro e, subindo no quarto e último parcial para valores próximos aos do primeiro parcial, na nossa amostra a DC inicia em 2m e vai descendo ao longo do teste máximo, acabando a 1,9m, no entanto existe um aumento de velocidade à custa do aumento da cadência e não da distancia de ciclo. O lactato no final do teste foi de 12,4 ± 2,4 (mmol.L<sup>-1</sup>), mais 2,4 (mmol.L<sup>-1</sup>) que o produzido no protocolo progressivo. A estratégia na distribuição do tempo de prova na nossa amostra foi de 24,28% no primeiro parcial, de 25,21% no segundo parcial, de 25,63% no terceiro e de 24,9% no último parcial, sendo esta gestão do tempo de prova muito semelhante ao utilizado nos Jogos Olímpicos de Pequim, que tiveram uma gestão de 24,31%, de 25,05%, de 25,27% e no último troço 25,37% (F. Alacid, López-Miñarro, P.A., & Isorna, 2010), estes dados de gestão de prova mostram que amostra é uma amostra com experiência competitiva, e com conhecimento de gestão de prova. A estratégia de prova usada está de acordo com a que utilizam 28,6% dos vencedores em Campeonatos do Mundo e Jogos Olímpicos, tendo uma saída rápida e depois mantendo uma velocidade constante embora desçam a DC ao longo da prova (Cárceles, 2009).



\*  $p < 0.05$  comparando com o valor da %VO<sub>2</sub>max verificada aos 250 metros com os 500, 750 e 1000 metros

Figura 3 – Percentagem média do VO<sub>2</sub> max no teste máximo de 1000 metros a cada 250 metros e no global

Não se observaram diferenças significativas no comportamento da % do VO<sub>2</sub> max no teste máximo de 1000 metros com o protocolo progressivo. O teste *pos-hoc* com o ajustamento de Bonferroni revela valores inferiores (respetivamente  $p=0,000$ ,  $p=0,000$  e  $p=0,000$ ) do parcial de 250 metros relativamente aos três seguintes (500, 750 e 1000).

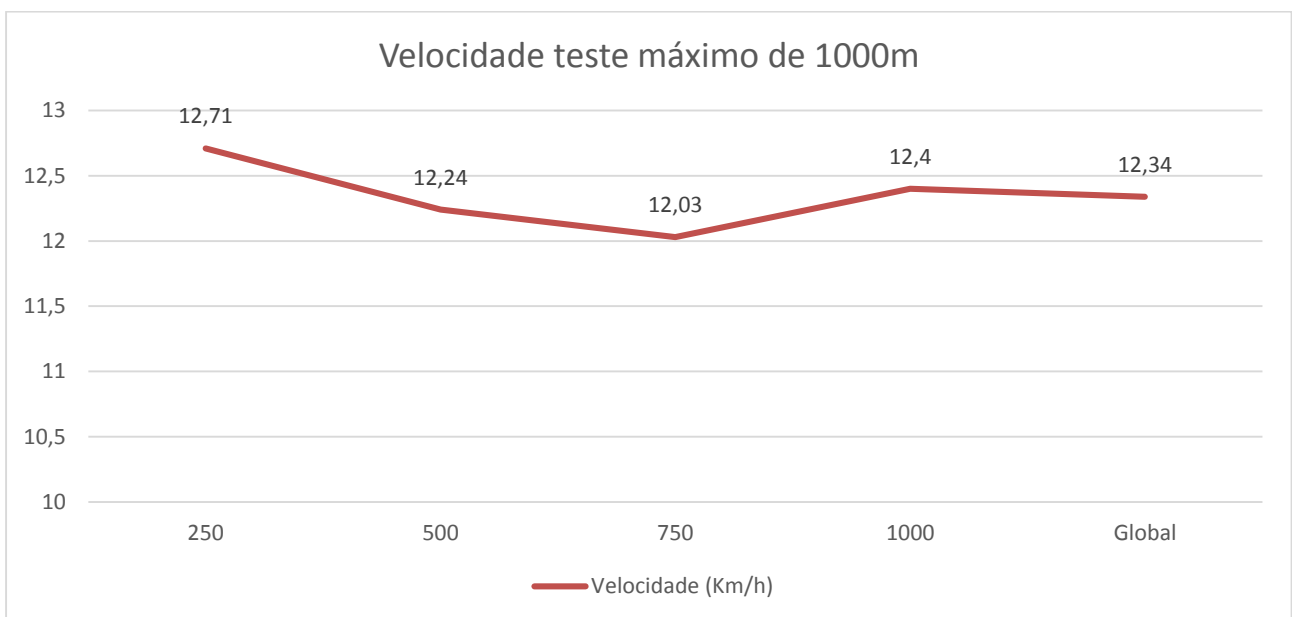
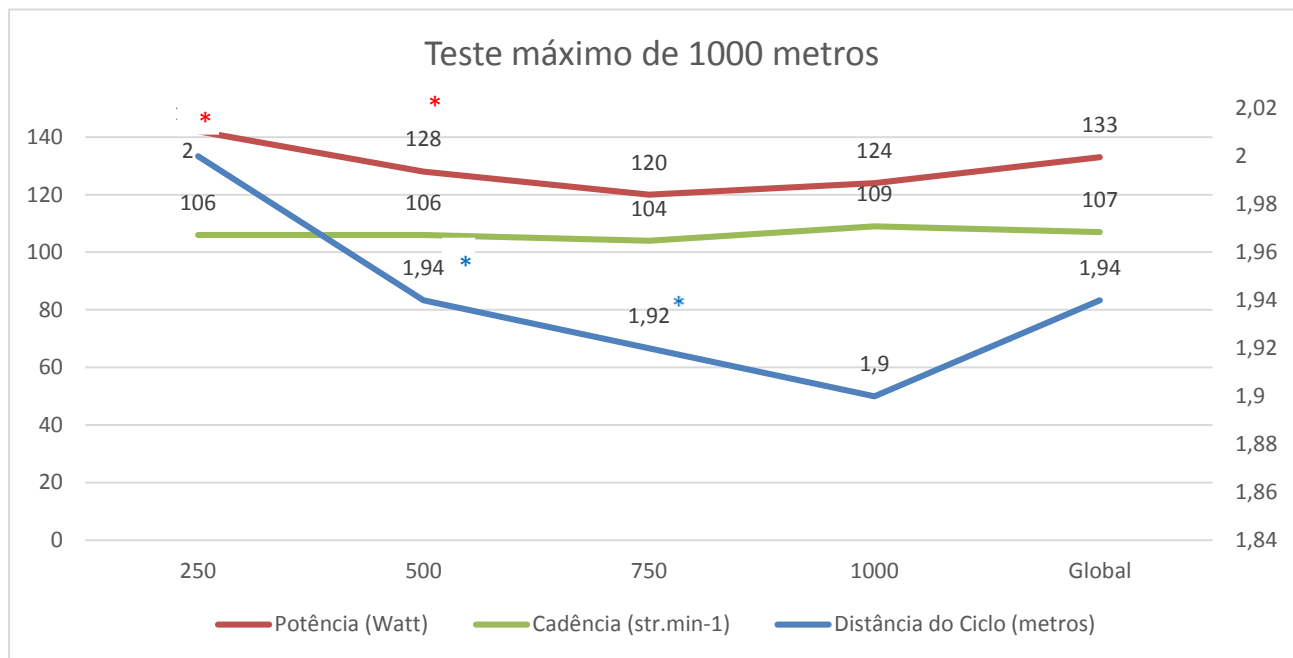


Figura 4 – Teste máximo de 1000 metros, velocidade a cada 250 metros e no global

Observaram-se diferenças estatisticamente significativas no comportamento da velocidade no teste máximo de 1000 metros com o protocolo progressivo. O comportamento da velocidade ao longo da prova mostrou uma variação significativa ( $F=11,820$ ;  $df_{1,825}$ ;  $p=0,001$ ). O teste *pos-hoc* com o ajustamento de Bonferroni não revelou diferenças entre os parciais no que diz respeito à velocidade confirmando desta forma a gestão da prova contante (F. Alacid et al., 2010).

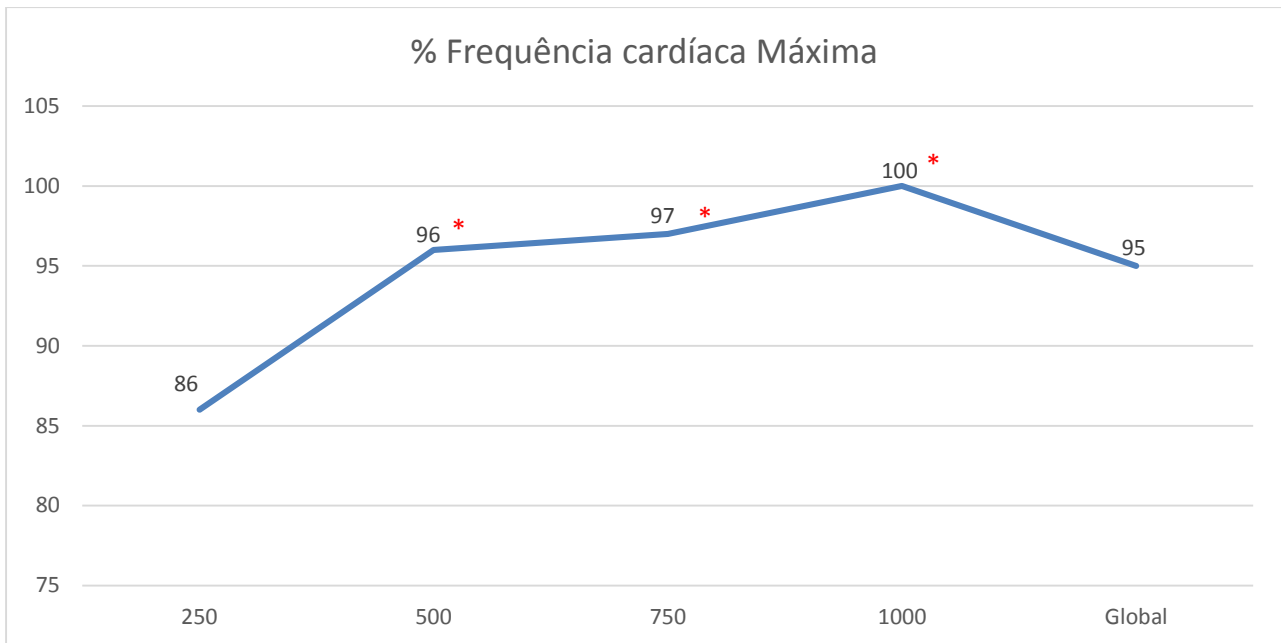


\*  $p \leq 0,05$  comparando o valor verificado aos 750 m com os observados aos 250 e 500 metros para a potência

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

Figura 5 – Teste máximo de 1000 metros, das variáveis de Distancia de Ciclo, Potência, Cadência a cada 250 metros e no global

Não se observaram diferenças significativas no comportamento da cadência no teste máximo de 1000 metros com o protocolo progressivo. Na Potência devolvida pelo *Kayak ergómetro*, apesar da Anova medidas repetidas não se mostrou significativamente diferente ao longo da prova, o teste *pos-hoc* com o ajustamento de Bonferroni revelaram valores inferiores (respetivamente  $p=0,03$  e  $p=0,025$ ) do parcial de 750 m relativamente aos dois primeiros (250 e 500). O comportamento da Dc ao longo da prova mostra uma variação significativa ( $F=6,735$ ;  $df_{1,822}$ ;  $p=0,007$ ). O teste *pos-hoc* mostra que o valor de Dc é significativamente mais elevado nos 250 metros, quando comparado com o observado nos 500 e 750 m (respetivamente  $p=0,07$  e  $p=0,030$ ), comprovando a estratégia de 28,6% dos atletas vencedores (Cárceles, 2009).



\*  $p < 0.05$  comparando com o valor da %VO<sub>2</sub>max verificada aos 250 metros com os 500, 750 e 1000 metros

Figura 6 - % Frequência cardíaca máxima ao longo da prova de 1000 metros

Observaram-se diferenças estatisticamente significativas no comportamento da % da frequência cardíaca no teste máximo de 1000 metros com o protocolo progressivo. O comportamento da frequência cardíaca ao longo da prova mostra uma variação significativa ( $F=71,335$ ;  $df_{2,145}$ ;  $p=0,000$ ). O teste pos-hoc com o ajustamento de Bonferroni revelou diferenças entre os parciais no que diz respeito à % da frequência cardíaca, revela valores inferiores (respetivamente  $p=0,000$ ,  $p=0,000$  e  $p=0,000$ ) do parcial de 250 metros relativamente aos três seguintes (500, 750 e 1000).

Na tabela comparamos os dados obtidos no protocolo progressivo e os dados do teste máximo de 1000 metros, recorrendo ao teste *T-student*. Entre a potência aeróbia máxima e a potência global do teste máximo existe diferenças estatisticamente significativas ( $t=2,472$  e  $p=0,031$ ). Entre a cadência e a distância de ciclo do protocolo e do teste máximo não existem diferenças estatisticamente significativas. No que diz respeito à velocidade aeróbia máxima e à velocidade global, existiram diferenças estatisticamente significativas ( $t=3,895$  e  $p=0,002$ ).

Tabela 5 - 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	

Nas variáveis fisiológicas, o VO<sub>2</sub> max absoluto e o VO<sub>2</sub> absoluto global, houve diferenças estatisticamente significativas (t=4,229 e p=0,001). No outro parâmetro VO<sub>2</sub> max relativo alcançado no protocolo comparando com o VO<sub>2</sub> relativo global da prova também existiram diferenças estatisticamente significativas (t=4,732 e p=0,001). Na última variável fisiológica avaliada por nós, a frequência cardíaca máxima obtida no protocolo progressivo do VO<sub>2</sub> max e a frequência cardíaca que a amostra obteve no teste máximo de 1000 metros existiram diferenças estatisticamente significativas (t=2,513 e p=0,029).

### **6.3 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 1000 metros, encontramos as seguintes associações com significado:

A estatura está correlacionada com o Lv1  $r=0,647$  e  $P=0,023$  e com o Lv2  $r=0,620$  e  $P=0,032$  quanto mais elevada a estatura maior o Lv1 e o Lv2. Existe também uma tendência de correlação da massa com o  $VO_2 \text{ max abs}$   $r=0,534$  com  $p=0,074$  e da estatura também com o  $VO_2 \text{ max abs}$   $r=0,552$  e  $p=0,063$ , o que nos leva a criar a hipótese de que se a amostra fosse maior hipoteticamente estes valores pudessem ser correlacionados, e dessa forma explicadores da performance.

Existe tendência de correlação da massa com a performance  $r=-0,536$  e  $p=0,72$  quanto maior a massa do atleta melhor performance, nesta amostra que apresenta uma composição corporal de gordura de 10,7 % podemos interpretar que quando se refere à massa se associe à massa magra do indivíduo. Existe uma tendência de correlação no *Maturity offset* de  $r=-0,555$  e  $P=0,061$ , quanto mais avançados maturacionalmente, quem passou há mais tempo o pico de velocidade de crescimento melhor a performance dos atletas. A idade está correlacionada com a performance  $r=-0,698$  e  $p=0,012$  os atletas com mais idade têm melhor performance, o que pode estar relacionado com a experiência do atleta, com o fato de ter passado há mais tempo o pico de velocidade de crescimento, e dessa forma estar mais desenvolvidos maturacionalmente.

### **6.4 Análise da associação dos diferentes parâmetros ventilatórios e metabólicos com a performance**

O  $VO_2 \text{ max abs}$  está correlacionado com a performance da prova de 1000 metros  $r=0,617$  e  $p=0,033$  pois apresenta diferenças estatisticamente significativas, maior  $VO_2 \text{ max abs}$  melhor performance na prova de 1000 metros o que está de acordo com (Michael et al., 2008). Existe tendência de correlação do Lv2 abs com a performance  $r=-0,556$  e  $p=0,061$ , assumindo este limiar alguma importância na explicação da performance num teste máximo de 1000 metros. A velocidade do Lv1 está correlacionado com a performance  $r=-0,709$  e  $p=0,01$ , como a FC do Lv1  $r=0,620$  e  $p=0,032$ , o que nos associa uma importância do 1º limiar ventilatório para a performance dos 1000 metros, tendo um melhor Lv1 e tendo uma frequência cardíaca no Lv1 baixa. Também a velocidade de Lv2 mostrou correlação com a

performance com  $r=-0,655$  e  $p=0,021$  sendo importante uma velocidade elevada neste limiar para uma melhor prestação no teste máximo.

Comparando a potência máxima aeróbia com o valor médio registado no teste de 1000 metros:

Verificámos que existe diferenças entre a potência máxima aeróbia e a potência média da prova de 1000 metros de 5,83250 Watt com  $t=2,472$  e  $p=0,031$  sendo a potência aeróbia máxima mais elevada que a potência aplicada durante a prova máxima de 1000 metros, um argumento para este resultado pode ser que a amostra no teste máximo de 1000 metros encontra-se mais tempo no esforço máximo, 292 segundos, enquanto no protocolo progressivo encontra-se no máximo 120 segundos, conseguindo uma maior manutenção de potência num tempo mais reduzido.

### **6.5 Análise da associação dos parâmetros cinemáticos; cadência, distância de ciclo e fisiológicos com a performance**

A distância de ciclo não está correlacionada com a performance  $r=0,005$  e  $p=0,987$ , mantendo dessa forma uma performance constante (Cárceles, 2009). Na cadência existe correlação com a performance  $r=-0,701$  e  $p=0,011$ , os atletas que realizaram o teste máximo de 1000 metros com maior cadência obtiveram melhor performance. A potência também teve correlação com a performance  $r=-0,971$  e  $p=0,000$  que nos transmite que os atletas que produziram mais potência foram os que tiveram melhor performance, neste caso que tenham conseguido manter o valor de potência mais próximo da potência aeróbia máxima.

Comparando a lactatémia máxima observada no protocolo progressivo com a registada no final do teste de 1000 metros:

O lactato no teste  $t= - 3,793$  e  $p=0,003$ . O lactato teve um maior valor no teste máximo de 1000 metros, uma explicação para este resultado é o tempo total de trabalho perto da velocidade próxima da VAM 292 segundos, enquanto no protocolo progressivo a amostra passou menos tempo nessa zona, cerca de 120 segundos, logo teve um menor contributo anaeróbio e uma produção de lactato menor. Demonstrando o contributo anaeróbio numa prestação de 1000m como referido por Nakamura et al. (2004).



## 7. Modelo preditivo do rendimento em 1000 metros em kayak ergómetro

Com o objetivo de explorar o potencial preditivo dos dados recolhidos no protocolo progressivo e das características da amostra, embora reconhecendo que a reduzida dimensão amostral é um fator limitativo, não quisemos deixar de procurar um modelo explicativo do rendimento no teste máximo de 1000 metros, explicado pelas variáveis controladas no protocolo incremental ambos realizados em Kayak ergómetro.

Utilizamos o método inserir, utilizando as variáveis do protocolo que apresentaram uma correlação importante e significativa com o tempo de 1000 metros. A variação do resultado em 1000 metros dependem da variação da potência máxima aeróbia (PAM) e da cadência registada no patamar onde o VO<sub>2</sub> max foi atingido. O modelo de regressão encontrado aponta para uma explicação ajustada de  $(R^2) = 84,5\%$ .

$$\text{Tempo 1000 metros (s)} = 413,378 - 0,433 (\text{PAM}) - 0,554 (\text{Cadência no VO}_2\text{max})$$

**Equação 4** - Modelo de regressão linear explicativo do resultado na prova máxima de 1000 m, a partir do protocolo incremental ambos em kayak ergómetro.

Assim parece verificar-se que a potência máxima conseguida no teste progressivo e a cadência correspondente, identificada com a eficiência mecânica, constituem variáveis preditoras importantes.

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

## 8. Conclusões

Os atletas da amostra estão de acordo com estudos realizados com atletas de nível Nacional e internacional (R. A. Fernandes, 2013); (Machado, 2010); (Fernando Alacid et al., 2009).

As principais diferenças entre o protocolo progressivo e o teste máximo de 1000 m foram, uma potência e uma velocidade menor no teste máximo de 1000 metros que no protocolo, uma aproximação progressiva do  $VO_2 max$ , tendo uma aproximação do  $VO_2 max$  no segundo, terceiro e quarto parciais e da frequência cardíaca máxima no decorrer da prova máxima de 1000 metros.

A distância de ciclo ao longo do teste máximo vai diminuindo embora sem diferenças estatísticas, a cadência se mantém regular ao longo do teste máximo.

Verificámos que cadências e potências mais elevadas estão correlacionadas com melhores performances no teste de 1000 metros.

Com este estudo confirmamos o contributo anaeróbio, 12,4 (mmol.L<sup>-1</sup>) num teste máximo de 1000 metros como verificou (C. R. R. Alves & Klausener, 2013).

Este estudo comprovou que se pode prever uma prestação de 1000m por um protocolo progressivo. Teve pertinência na área do planeamento do treino com atletas jovens masculinos de *kayak*, pois identificou preditores de performance e uma fórmula preditora da performance, tendo como variáveis preditoras a potência máxima aeróbia (PAM) e a cadência registada no patamar onde o  $VO_2max$  foi atingido. Embora fora do contexto ecológico.

Sugestões de linhas orientadoras de estudo, alargar o tamanho da amostra, fazer a passagem dos resultados verificados no *kayak ergómetro* para o contexto ecológico, as pistas de competição, e desta forma melhorar as performances de atletas de canoagem jovens.

## 9. Bibliografía

- 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 Actividad Física Y El Deporte*, 10, 203–217.
- Alacid, F., López-Miñarro, P.A., & Vaquero, R. (2009). Speed and cycle frequency of young paddlers in 1000m races. *Sports Performance*, 13–20.
- 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.
- Alves, C. R. R., & Klausener, C. (2013). Canoagem de Velocidade e Caiaque Polo: Revisão Narrativa. *Revista Actividade Brasileira Do Movimento Humano*, 3, 1–12.
- 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.
- ANATEL. (2005). REGULAMENTO GERAL DE INTERCONEXÃO.
- Ball, S. D. (2005). Interdevice variability in percent fat estimates using the BOD POD. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59, 996–1001.
- 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.
- Borges, T. O. (2008). *CANOAGEM VELOCIDADE : Dinâmica das cargas de treinamento no macrociclo e a dinâmica da alteração de marcadores funcionais externos. TESE.*
- Brown, T., & Barrett, M. J. (1969). Tables for decimal age conversion by computer. *Australian Dental Journal*, 14(3), 197–198.
- 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.
- 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).
- Canoagem, F. P. de C. (2015). Federação Portuguesa Canoagem.
- 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.
- Carneiro, L., & Castro, F. (2010). Canoe kinematics : a review. *Revista Brasileira Ciências E Movimento*, 17(3), 114–122.
- 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.

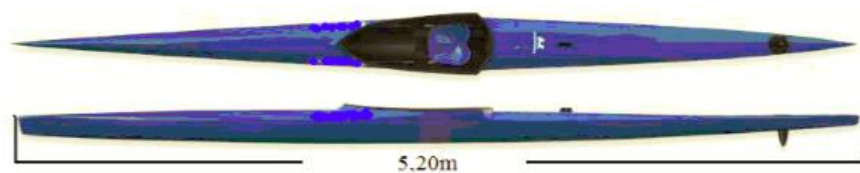
- Cox, R. (1992). *The Science of Canoeing*. (Lane Bradley, Ed.) (1<sup>a</sup> ed.). Great Britain: Coxburn press.
- Diafas, V., Dimakopoulou, E., Diamanti, V., Zelioti, D., & Kaloupsis, S. (2011). Anthropometric characteristics and somatotype of Greek male and female flatwater kayak athletes. *Biomedical Human Kinetics*, 3, 111–114.
- 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.
- Federation, I. C. (2015). Canoe Polo competition rules. *Federation, International Canoe*.
- 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.
- Fiskerstrand, Å., & Seiler, K. (2004). Training and performance characteristics among Norwegian international rowers 1970–2001. *Journal of Medicine & Science in*, 303–310.
- 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.
- 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.
- G. beumen and R. Malina. (2007). Growth, Maturation, and Physical Performance. In *Growth (Lakeland)* (pp. 1–17).
- 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.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35–44.
- Larsen, E. V. (2015). Erik Veraas Larsen.
- Machado, R. (2010). *Estudo Cineantropométrico de Jovens Canoístas Ibéricos*. Universidade de Coimbra.
- Matveev, L. (1981). *O Processo de Treino Desportivo*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Matveev, L. (1991). *Fundamentos do treino desportivo* (2<sup>a</sup> ed.). Lisboa: Livros Horizonte.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1991). Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance. *Med Sci Sports Exerc*, 23(12).
- 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.
- 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.

- 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.
- 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.
- Rynkiewicz, M., & Starosta, W. (2011). ASYMMETRY OF PADDLING TECHNIQUE, ITS SELECTED CONDITIONS AND CHANGEABILITY IN HIGHLY ADVANCED KAYAKERS. *Poznán - Warsaw*, 35, 1–150.
- 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.
- Stratton, G., Reilly, T., & Richardson, D. (2004). *Youth soccer - From science to performance*. (Routledge, Ed.). London.
- 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.
- Van Someren, K. A., & Howatson, G. (2008). Prediction of flatwater kayaking performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(2), 207–218.
- 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

ANEXO A: Figuras das embarcações, acessórios e pagaias canoagem de velocidade:

Kayak individual – K1



Kayak duplo – K2



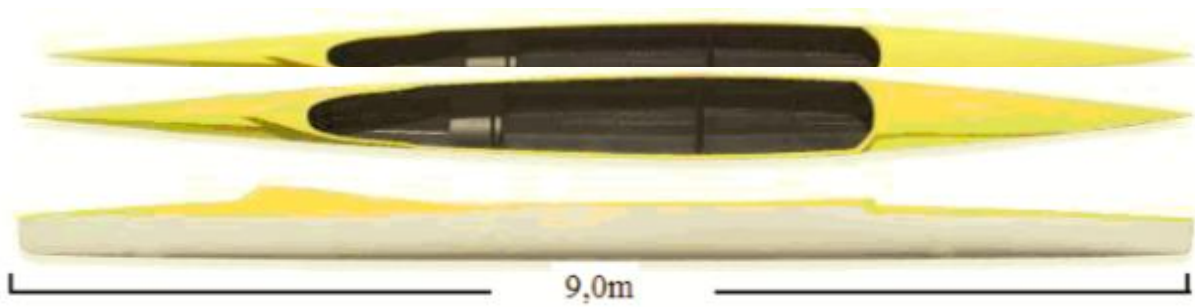
Kayak quádruplo – K4



Canoa individual – C1



Canoa dupla – C2



Canoa quádrupla – C4

Diferentes tipos de bancos



Diferentes tipos de leme de controlo



Diferentes tipos de apoio para os pés (fica – pé)



Pagaia kayak – duas pás



Pá canoa – uma pá



**TERMO DE CONSENTIMENTO**

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Pretende-se com este estudo monitorizar a resposta aguda a protocolos de avaliação da capacidade de desempenho máxima. Os testes serão realizados no Laboratório integrado da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Este estudo insere-se no âmbito das Ciências do Desporto, na área do Treino Desportivo em Crianças e Jovens e tem como responsável o Professor Doutor Luis Manuel Pinto Rama e o candidato a mestre André Bastos Coelho. Pretendemos estudar, a relação entre parâmetros ventilatórios obtidos num teste incremental em Kayak ergómetro e o desempenho numa prova de 1000 metros realizada no mesmo equipamento. O estudo envolve a realização dos seguintes protocolos de avaliação do desempenho em Kayak ergómetro:

Um teste progressivo até à exaustão para determinar o valor do Consumo Máximo de Oxigénio através da análise de gases expirados. No final é recolhida uma micro amostra de sangue capilar para determinação do lactato sanguíneo. Na segunda visita ao laboratório será realizado um teste de simulação de prova de 1000 metros em Kayak ergómetro.

Na visita ao laboratório os sujeitos deverão preencher um questionário pré-teste, com o objectivo de avaliar o regime de treino, hidratação e obter informação sobre o aporte nutricional do momento e um questionário relativo à ocorrência de sintomas de afeção respiratória.

Esclarecemos que os testes serão conduzidos por técnicos e investigadores qualificados. Informa-se que os dados serão protegidos no que se refere à transmissibilidade e anonimato, sendo a participação voluntária, com a possibilidade de desistir a qualquer momento, sem qualquer desvantagem para o próprio. A avaliação está em concordância com os procedimentos do estabelecido na declaração de Helsinquia para estudos com humanos. Vimos por este meio, caso concorde, pedir-lhe que explicitamente assine o termo que se segue:

Eu, \_\_\_\_\_


Declaro que autorizo a participação do meu educando no estudo nos termos em que foi descrito.

Localidade: \_\_\_\_\_

data: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_



# Anexo C: Questionário Pré Teste



Laboratório de Biocinética

## Questionário Pré Teste

**Dados Pessoais**

Nome: \_\_\_\_\_ Data do teste: \_\_\_\_\_

Morada: \_\_\_\_\_ Data Nasc: \_\_\_\_\_

Modalidade: \_\_\_\_\_

**Dieta**

- Avalie a sua dieta nos dois últimos dias:  Pobre  Normal  Boa  Excelente
- Quantas horas passaram após a última refeição: \_\_\_\_\_
- Que alimentos ingeriu na última refeição: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Descreva os alimentos consumidos nas últimas 24h

<i>Refeições</i>	<i>Alimentos (incluindo bebidas)</i>	<i>Porções ( i.e: copos, colheres de sopa, prato raso, chávena, etc)</i>
Pequeno Almoço	_____	_____
Reforço	_____	_____
Almoço	_____	_____
Lanche	_____	_____
Jantar	_____	_____
Ceia	_____	_____



*Laboratório de Biocinética*

**Ambiente**

1. Treinou em ambiente quente e húmido nas duas últimas duas semanas? :

Sim  Não

2. Treinou ou dormiu em altitude nas últimas duas semanas?

Se sim apresente detalhes: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Saúde**

1. Sofre actualmente de alguma doença?

Sim  Não -

Se sim apresente detalhes: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Sofreu algum problema de saúde nas últimas duas semanas?

Sim  Não

Se sim apresente detalhes (severidade): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Lesões**

1. Sofre actualmente de alguma lesão?

Sim  Não

Se sim apresente detalhes: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Sofreu alguma lesão nas últimas duas semanas?

Sim  Não

Se sim apresente detalhes (severidade): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Medicamentos / Suplementos**

3. Toma actualmente algum medicamento?

Sim  Não

Se sim apresente detalhes: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Tomou alguma medicação nas últimas duas semanas?

Sim  Não

Se sim apresente detalhes (severidade): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Por favor descreva os suplementos que utiliza actualmente

Suplemento: \_\_\_\_\_ Dose diária \_\_\_\_\_

Suplemento: \_\_\_\_\_ Dose diária \_\_\_\_\_



**Motivação**

1. Avalie a sua motivação para o treino hoje:  Pobre  Normal  Boa  Excelente
2. Avalie a sua motivação para o teste hoje:  Pobre  Normal  Boa  Excelente

**Treino**

1. Avalie o treino na última semana:  Fácil  Moderado  Duro  Muito Duro
2. Avalie o seu nível de fadiga hoje (0= nada fatigado; 5= exausto)  
0 1 2 3 4 5
3. Há quantas horas terminou a última sessão de treino? \_\_\_\_\_
4. Descreva os últimos 3 dias de treino

<i>Dia</i>	<i>Tarefas de Treino</i>	<i>Dificuldade ( fácil, moderado, duro)</i>
Hoje	_____	_____
	_____	_____
Ontem	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____
Antes de ontem	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____

**Viagens**

1. Teve de viajar nos últimos 7 dias?  
 Sim  Não  
Se sim apresente detalhes (carro, avião, duração da viagem): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Vários**

2. Apresente qualquer informação adicional que julgue poder influenciar o seu desempenho nos testes hoje: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Só para mulheres**

1. Por favor indique o seu estado menstrual:  
 Não menstruada  Menstruação irregular  Menstruação regular
2. Quantos dias decorreram após a última menstruação? \_\_\_\_\_
3. Toma contraceptivo oral?  Sim  Não

