



**FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA**

**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**Variáveis de previsão de sucesso no remo em provas de 1500 metros no remo-  
ergómetro com atletas do escalão juvenil**

Miguel Cláudio Antunes Alfaiate

**Coimbra, 2014**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA**

**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**Variáveis de previsão de sucesso no remo em provas de 1500 metros no remo-  
ergómetro com atletas do escalão juvenil**

Dissertação apresentada à faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, 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 Amândio Manuel Cupido Santos

Miguel Cláudio Antunes Alfaiate

**Coimbra, 2014**

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os amigos e colegas que estiveram presentes ao longo destes últimos cinco anos e que foram muito importantes para que este ciclo encerrasse com êxito, em especial ao João “eng” Rodrigues e ao João Pedro Gomes, com quem realizei muitos trabalhos e passei muitas horas de estudo. Sem eles não teria sido possível.

Aos meus pais, família e amigos pelo incentivo que me deram para que nunca deixasse de acreditar mesmo nos momentos mais difíceis.

À malta da Secção de Desportos Náuticos, que me acompanharam neste trajecto, não só na licenciatura e no mestrado mas também enquanto atleta, director e treinador.

À Faculdade de Ciências de Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, e a todos os seus docentes, por nos terem acompanhado e construído a base da nossa formação profissional ao longo destes cinco anos.

Ao Professor Orientador Amândio Santos, pelo acompanhamento, apoio e esclarecimento de dúvidas, para além do rigor demonstrado na orientação deste estudo.

Ao Clube Galitos de Aveiro, em especial ao Prof. João Vaz e seus atletas, pela disponibilidade, desde o início do projecto, para integrar os atletas neste estudo e pela compreensão e ajuda dos problemas que iam surgindo.

À Secção de remo da Associação Naval 1º de Maio, pela flexibilidade do treinador e directores e pela permissão concedida aos atletas para integrarem o estudo.

A todos os atletas, em especial aos meus, e aos seus familiares que disponibilizaram o seu tempo e deram o seu melhor para que este estudo pudesse ser concluído com sucesso.

O meu enorme obrigado.

## RESUMO

**Objectivo:** Analisar variáveis antropométricas, maturacionais e fisiológicas de atletas do escalão de juvenil, 14 e 15 anos de idade e as suas relações com a performance no teste máximo de 1500 metros no remo ergómetro e o seu valor preditivo.

**Metodologia:** Foram observados 15 jovens remadores, todos pertencentes ao escalão de juvenis (nascidos em 1998 e 1999). Consideram-se variáveis antropométricas (massa corporal, estatura, comprimento do membro inferior, comprimento da mão e do pé, altura sentado, %massa gorda,  $\Sigma$ pregas de gordura subcutânea e índice de massa corporal), indicadores maturacionais (*maturity offset*, estatura matura predita, %estatura matura predita, idade cronológica e idade no pico de velocidade de crescimento), indicadores fisiológicos da via anaeróbia (pico potência, potência média), indicadores da via aeróbia ( $VO_{2m\acute{a}x}$  absoluto e relativo, potência aeróbia máxima, Watts do limiar aeróbio e anaeróbio e Frequência Cardíaca no limiar aeróbio e anaeróbio). A determinação dos limiares e potência aeróbia foi obtida através de um teste directo, máximo, descontínuo e por patamares de carga progressiva, no remo-ergómetro. A determinação da capacidade anaeróbia foi obtida através de um teste de WAnT adaptado no remo-ergómetro de 30 segundos. O resultado de sucesso foi obtido através de um teste máximo de 1500 metros no remo ergómetro. A análise dos dados considerou a estatística descritiva geral (parâmetros de tendência central e dispersão) dos indicadores maturacionais e antropométricos. Recorreu-se à correlação de Spearman para estudar a associação entre os outputs do teste de performance e os indicadores antropométricos, maturacionais e fisiológicos. Através da regressão linear múltipla obteve-se o valor preditivo das variáveis que mais alto se correlacionavam com a performance. O nível de significância foi mantido em 5%.

**Resultados:** A análise da associação entre a performance e os indicadores antropométricos apenas revelou associação elevada com o comprimento da mão ( $r=0.636$ ,  $p < 0.05$ ), massa corporal ( $r=0.721$ ,  $p < 0.05$ ) e o IMC ( $r=0.600$ ,  $p < 0.05$ ). Os indicadores maturacionais mostraram que a %EMP ( $r=0.689$ ,  $p < 0.05$ ), *Maturity Offset* ( $r=0.549$ ,  $p < 0.05$ ) e idade cronológica ( $r=0.596$ ,  $p < 0.05$ ) estão associadas à performance embora ligeiramente menor que os indicadores antropométricos. Os indicadores fisiológicos foram os que apresentaram melhor associação, com a via Anaeróbia, pico potência ( $r=0.933$ ,  $p < 0.05$ ) e potência média ( $r=0.920$ ,  $p < 0.05$ ) e via Aeróbia,  $VO_{2m\acute{a}x}$  absoluto ( $r=0.939$ ,  $p < 0.05$ ), PAM ( $r=0.854$ ,  $p < 0.05$ ), WLa ( $r=0.921$ ,  $p < 0.05$ ), WLAn ( $r=0.854$ ,  $p < 0.05$ ). Através da regressão linear foi possível obter o valor de cada uma destas variáveis e a sua contribuição na predição dos watts no teste de 1500 metros. Potência média é a que tem mais influência ( $\beta=.40$ ), seguido do WLa ( $\beta=.31$ ), Pico Potência ( $\beta=.27$ ), IC ( $\beta=.18$ ) PAM e  $VO_{2m\acute{a}x}$  absoluto ( $\beta=.16$ ), MO ( $\beta=.03$ ) com a direcção da influência a ser positiva, enquanto o WLAn ( $\beta=-.007$ ), CM ( $\beta=-.03$ ), IMC ( $\beta=-.05$ ), %EMP ( $\beta=-.12$ ) e M ( $\beta=-.29$ ) com direcção negativa e  $SEE=16,896$ .

**Conclusões:** Os atletas mais velhos e mais pesados destacam-se dos seus pares no teste de performance uma vez que este era realizado no remo-ergómetro e a sua massa corporal não acrescentava resistência, ao contrário do que o que sucede na embarcação. A associação do consumo máximo de oxigénio demonstrou que devido às diferenças entre a massa corporal apenas o seu valor absoluto serve de comparação dentro do grupo. A potência média do teste de 30 segundos, a potência gerada no limiar aeróbio e o consumo máximo de oxigénio foram as variáveis com maior peso na predição do sucesso.

**Palavras-chave:** Remo, preditores de performance, Aeróbio, Anaeróbio, sub-15.

## ABSTRACT

**Aim:** Analyze the anthropometric, maturity and physiological variables of athletes in the ages of 14 and 15 years old and their relationships with performance in 1500 meters maximal test with the rowing ergometer and their predictive value.

**Methodology:** The sample included 15 young rowers, all from the same competitive group (born in 1998 & 1999). It was taken in account anthropometrics (weight, height, length of the leg, size of hand and foot, sitting height, %fat mass,  $\Sigma$ subcutaneous skinfold and Body mass index), maturity (maturity offset, predicted mature height, %predicted mature height, chronological age and age of peak growth spurt), physiological factors, Anaerobic ( peak power and mean power), aerobic ( $VO_{2max}$  [l/min & L/Kg/min], Maximal aerobic power, Watts at aerobic and anaerobic threshold and also BPM at aerobic and anaerobic threshold. The determination of the maximal consumption of oxygen and the aerobic and anaerobic thresholds was obtained through a direct, maximal, discontinuous step test. The anaerobic capacities were also determined with a Want modified test. The performance test was obtained through a maximal 1500 meters. All tests were executed on a rowing ergometer Concept II. Data analysis considered general descriptive statistics. Spearman correlation was calculated in order to consider the association of the anthropometrics, maturity and physiological variables with performance. A multiple linear regression was used to obtain the predictive value of the variables that correlated highly with the performance. The significance was maintained at 5%.

**Results:** The study of the association between performance and anthropometrics showed strong correlations with hand size ( $r=0.636$ ,  $p < 0.05$ ), weight ( $r=0.721$ ,  $p < 0.05$ ) and BMI ( $r=0.600$ ,  $p < 0.05$ ). The maturity indicators %PMH ( $r=0.689$ ,  $p < 0.05$ ), Maturity Offset ( $r=0.549$ ,  $p < 0.05$ ) e chronological age ( $r=0.596$ ,  $p < 0.05$ ) showed some correlation but slightly lower than the anthropometrics. Physiological indicators that where strongly correlated with performance, Anaerobic, Peak power ( $r=0.933$ ,  $p < 0.05$ ) and mean power ( $r=0.920$ ,  $p < 0.05$ ), aerobic,  $VO_{2max}$  L/min ( $r=0.939$ ,  $p < 0.05$ ), MAP ( $r=0.854$ ,  $p < 0.05$ ), W aerobic Threshold ( $r=0.921$ ,  $p < 0.05$ ), Watts anaerobic Threshold ( $r=0.854$ ,  $p < 0.05$ ). Through the multiple linear regression it was possible to obtain the predictive value of each variable that made the model. The  $\beta$  value indicate the relative influence of the variables on the performance predictor mean power ( $\beta=.40$ ), W aerobic Threshold ( $\beta=.31$ ), peak power ( $\beta=.27$ ), IC ( $\beta=.18$ ) MAP and  $VO_{2max}$  L/min ( $\beta=.16$ ), MO ( $\beta=.03$ ) with the direction being positive, while Watts anaerobic Threshold ( $\beta=-.007$ ), hand size ( $\beta=-.03$ ), BMI ( $\beta=-.05$ ), %PMH ( $\beta=-.12$ ) e weight ( $\beta=-.29$ ) with negative direction and  $SEE=16,896$

**Conclusions:** Older and heavier athletes trend to have higher scores on the performance test, this is explained with the test being executed on the rowing ergometer and the body weight doesn't add resistance to the movement, like it adds to the boat in the water. The association of the maximal consumption of oxygen showed with performance showed that only the absolute value can be used as a mean of comparison between the athletes, because the relative value adds the body mass to the value. The mean power of the WAnT, the W aerobic Threshold and  $VO_{2max}$  L/min are the variables entered in the model that have more weight in the prediction of success.

**Keywords:** Rowing, performance predictors, Aerobic, Anaerobic, U-15.

## INDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	III
RESUMO .....	IV
ABSTRACT .....	V
LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS .....	VIII
LISTA DE TABELAS .....	IX
ABREVIATURAS.....	X
1. Capítulo I – Introdução.....	1
1.1 Descrição Técnica do Ciclo de Remada .....	2
2 Capítulo II – Revisão de Literatura .....	5
2.1 Crescimento e Maturação.....	5
2.2 Maturação Somática .....	7
2.2.1 Idade no PVC .....	7
2.2.2 Maturity Offset.....	8
2.2.3 Estatura Madura Preditada.....	8
2.2.4 Percentagem Estatura Madura Preditada .....	8
2.3 Caracterização da Modalidade.....	9
2.3.1 Fisiologia do Remo .....	9
2.3.2 Contribuições das diferentes vias .....	10
2.3.3 Via Aeróbia .....	11
2.3.3.1 Consumo Máximo de Oxigénio ( $VO_{2máx}$ ) .....	11
2.3.3.2 Limiar aeróbio .....	12
2.3.3.3 Limiar Anaeróbio .....	13
2.3.4 Via Anaeróbia .....	14
2.3.4.1 Via Anaeróbia Aláctica .....	14
2.3.4.2 Via Anaeróbia Láctica.....	15
2.4 Princípios Básicos do Treino de Remo .....	16
2.5 Zonas de Intensidade do Treino de Remo .....	17
2.6 Remo-Ergómetro.....	18
3 Capítulo III – Metodologia.....	19
3.1 Amostra .....	19
2.1.1 Caracterização da Amostra .....	19

3.2	Procedimentos .....	19
3.2.1	Antropometria.....	19
3.2.2	Indicadores Maturacionais.....	22
3.3	Testes .....	23
3.3.1	Protocolo Wingate Modificado .....	23
3.3.2	Protocolo Teste Máximo Descontínuo Por Patamares .....	24
3.3.2.1	Desenho do Teste.....	25
3.3.2.2	Material e Preparação.....	25
3.3.2.2.1	Recolha de Frequência Cardíaca .....	26
3.3.2.2.2	Análise da concentração de lactato no Sangue .....	26
3.3.2.2.3	Análise VO <sub>2</sub> máximo .....	27
3.3.3	Protocolo 1500m.....	28
3.3.4	Caracterização do esforço pela Frequência Cardíaca .....	28
3.4	Tratamento Estatístico .....	28
4	Capítulo IV – Apresentação e Discussão de Resultados.....	31
4.1	Caracterização da Amostra .....	31
4.2	Caracterização do Esforço pela Frequência Cardíaca .....	35
4.3	Antropometria e Performance.....	35
4.4	Maturação e Performance .....	37
4.5	Factores Fisiológicos e Performance.....	38
4.5.1	Indicadores Anaeróbios .....	38
4.5.2	Indicadores Aeróbios .....	39
4.5.3	Preditores de Performance.....	40
5.	Capitulo V - Conclusão e Limitações .....	43
5.1	Conclusão .....	43
5.2	Limitações e recomendações.....	44
6.	Bibliografia .....	46

## **LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS**

Figura 1 - Tipos de Barcos.....	2
Figura 2 - Fases da remada .....	3
Gráfico 1 - Relação entre o CRPH e ATP .....	15
Gráfico 2 - Proporção da influência de diferentes capacidades na performance desportiva em Remo(Adaptado de Jonath e Krempler, 1991).....	16



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Contribuição das diferentes vias energéticas adaptado de Mäestu et al., 2005 ..	10
Tabela 2 - rácio de Watts nos limiar aeróbio (2mmol) e anaeróbio (4mmol) para rapazes e homens em watts por kilograma adaptado de (McNeely, 2011) .....	14
Tabela 3 - Quadro de Zonas de Intensidade do Treino de Remo segundo a FISA.....	17
Tabela 4 - Valores iniciais do Teste de Patamares e incrementos de acordo com a velocidade média aos 1500 metros .....	25
Tabela 5 - Análise Descritiva Antropometria .....	31
Tabela 6- Análise descritiva Maturacional .....	32
Tabela 7 - Análise descritiva de Performance e Fisiológicos .....	32
Tabela 8 - Correlações Bivariadas de Spearman .....	34
Tabela 9 – Tempo total em cada intervalo de 10 BPM do teste máximo de 1500 metros .	35
Tabela 10 - Comparação das correlações de vários estudos com o actual .....	39
Tabela 11 - Sumário do modelo de regressão linear múltipla dos preditores de performance .....	40
Tabela 12- Valor preditivo de cada variável para a performance .....	41

## ABREVIATURAS

ATP	Adenosina Tri Fosfato;
CRPH	Creatina fosfato;
EMP	Estatuta Matura Preditada;
FC	Frequência Cardíaca;
FPR	Federação Portuguesa de Remo;
IC	Idade Cronológica;
IMC	Índice Massa Corporal;
IE	Idade Esquelética;
LA	Limiar Aeróbio;
LAn	Limiar Anaeróbio;
LTAD	<i>Long Term Athlete Development;</i>
Mmol	Milimol;
PAM	Potência Aeróbia Máxima;
PVC	Pico de Velocidade de Crescimento;
QR	Quociente Respiratório;
TO	<i>Take-Off;</i>
TOYA	<i>Training Of Young Athletes;</i>
VO <sub>2</sub> máx	Consumo Máximo de Oxigénio;
W	<i>Watts;</i>
WAnT	<i>WingateTest</i>



### 1. Capítulo I – Introdução

O remo é um desporto que está dependente das condições ambientais para a sua prática, como o vento, a chuva e a temperatura. No expoente máximo competitivo da modalidade estão os Jogos Olímpicos, Campeonatos do Mundo e Taças do Mundo, realizadas em pistas artificiais com águas paradas na distância de 2000 metros, embora existam também outras vertentes do remo que são as regatas tradicionais como a famosa *Oxford-Cambridge* disputada no rio Tamisa, ao estilo de *head-race*.

Uma vez que a prática da modalidade depende de factores ambientais foram criados meios de treino e competição alternativos através de um remo-ergómetro cuja versão mais comum utilizada dentro da modalidade é o *Concept 2*. Apesar da técnica na água ser mais complexa que no remo-ergómetro, esta ferramenta é bastante utilizada para treinar assim como para testar os atletas pois permite que as condições sejam iguais, criando um critério uniforme entre atletas.

De acordo com o regulamento da Federação Portuguesa de Remo (FPR), os escalões etários do remo em Portugal estão divididos pelas seguintes categorias: Benjamins (8 e 9 anos), Infantis (10 e 11 anos), Iniciados (12 e 13 anos), Juvenis (14 e 15 anos), Juniores (16 e 17) e seniores (18+), de acordo com a data de nascimento no início da época desportiva. Cada escalão tem a sua distância oficial de regata para os campeonatos nacionais de velocidade. No que toca aos Benjamins e Infantis estes devem perfazer 500 metros de distância, os Iniciados 1000 metros e os Juvenis 1500 metros, sobrando aos Juniores e Seniores a distância olímpica de 2000 metros. Para a época de fundo, que apenas existe para os escalões de Juvenis, Juniores/Seniores, as distâncias oficiais dos campeonatos são os 3000 metros e 6000 metros, respectivamente.

Os tipos de embarcação estão divididos em duas classes, uma designada por “parelhos” e outra por “pontas”. Como pode ser verificado na figura 1, o número atletas em barcos de pares podem ser 1, 2 ou 4 e de “ponta” podem ser 2,4 e 8. Nas tripulações de remos de “ponta” os barcos de 2 ou 4 podem ser com ou sem Timoneiro, enquanto no 8 é sempre com timoneiro.

1 Remador com 2 remos	1x	
2 Remadores com 2 remos cada	2x	
4 Remadores com 2 remos cada	4x	
2 Remadores com 1 remo cada s/ timoneiro	2-	
2 Remadores com 1 remo cada c/ timoneiro	2+	
4 Remadores com 1 remo cada s/ timoneiro	4-	
4 Remadores com 1 remo cada c/ timoneiro	4+	
8 Remadores com 1 remo cada c/ timoneiro	8+	

Figura 1 - Tipos de Barcos

### 1.1 Descrição Técnica do Ciclo de Remada

O sucesso na técnica da remada, passa por efectuar um ciclo com maior eficiência possível. Os pormenores técnicos acabam sempre por ser um pouco individualizados, pois existem treinadores que preferem uma aceleração no final da remada, outros que preferem aceleração na fase de aplicação de força nas pernas, o que leva a que não exista uma técnica perfeita.

A par disso, como a biomecânica e a fisiologia do remo são, a cada dia, melhor entendidas, também a técnica tem progredido gradualmente. É raro nos nossos dias encontrar grandes oscilações do corpo nos extremos da remada como se via no passado. Em geral, o movimento do corpo – e em particular o seu movimento no sentido vertical durante a remada – tem sido evitado. A ênfase é posta na minimização de qualquer movimento vertical, mantendo o corpo durante a remada numa posição mecânica vantajosa. Adicionalmente, é importante evitar qualquer perda desnecessária de energia no retorno, ou seja, na fase de recuperação da remada.

A remada é um movimento cíclico, em que os membros superiores e inferiores se movimentam de forma sincronizada (Steinacker, 1993). A força e a cadência da remada podem variar de acordo com as características mecânicas do barco e capacidade física do atleta.

Na figura nº2 (McNeely, 2011) ilustra o ciclo de remada; assim as primeiras 4 imagens representam a fase aquática/motora e as últimas 4 a fase de recuperação.



Figura 2 - Fases da remada (McNeely, 2011)

Assim pode-se descrever sumariamente a imagem:

1. A tomada de água ocorre quando as mãos são levantadas e a pá do remo é colocada na água, estando os joelhos e a articulação coxo-femural flectidos.
2. A fase motora pode ser dividida em três subfases:
  - 1ª em que predomina a acção dos membros inferiores através da sua extensão
  - 2ª em que o tronco balança no sentido da proa,
  - 3ª em que as mãos se dirigem na direcção do tronco. Durante toda esta fase a pá está imersa na água e praticamente na perpendicular relativamente à linha da água.
3. No final, as mãos deslocam-se para baixo e a pá é removida da água, mantendo o remador o tronco ligeiramente inclinado no sentido da proa.
4. A fase de recuperação inicia-se com o afastamento das mãos do tronco e a sua posterior inclinação do tronco no sentido da popa, e prolonga-se com a flexão da articulação do joelho; entretanto, a pá é preparada para nova reentrada na água.

Vários estudos foram surgindo ao longo dos anos comparando desde a contribuição energética, como os aspectos fisiológicos e antropométricos de vários remadores de diferentes níveis, (Hagerman et al, 1978; Russell et al, 1998; Messonnier et al, 2005; Riechman et al, 2002), na minha pesquisa não encontrei nenhum que fosse realizado com atletas jovens nas suas distâncias oficiais de campeonato nacional.

Perante o panorama de ausência de estudos sobre atletas desta idade, torna-se pertinente a procura de mais informações dos parâmetros fisiológicos, antropométricos e

## Capítulo I - Introdução

maturacionais que possam auxiliar os treinadores e atletas com dados pertinentes para o treino da modalidade.

O que é determinante para o desempenho aeróbio durante o crescimento de crianças e jovens são os sistemas cardiovascular e pulmonar, músculo-esquelético e na utilização dos substratos energéticos. Já o desempenho anaeróbio máximo, está directamente ligado ao tamanho corporal e especificamente ao tamanho muscular e massa não gorda.(Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004)

Os estudos com jovens atletas cada vez são mais comuns e na comunidade científica tem surgido recentemente vários trabalhos onde surgem a descrição do perfil de atletas por modalidades, género e idade como no *Training of Young Athletes Study* (TOYA) (Baxter-Jones & Helms, 1996). Este crescimento de interesse levou à criação do conceito de *Long Term Athlete Development* (LTAD) que leva em consideração as diversas fases do desenvolvimento como a performance aeróbia, performance anaeróbia, força, potência, desenvolvimento das habilidades motoras de acordo com as janelas de aprendizagem (Balyi & Hamilton, 2004).

Este estudo apresenta como objectivo analisar variáveis fisiológicas, antropométricas e maturacionais que possam prever o sucesso em jovens atletas de remo sendo o teste de 1500 metros no remo-ergómetro o teste determinante como sucesso do atleta.

## 2 Capítulo II – Revisão de Literatura

A literatura apresenta o Remo como um desporto dos mais exigentes do ponto de vista fisiológico quando comparados aos outros desportos predominantes aeróbios (Hagerman, et al, 1978). Dependendo do tipo de barco e condições climáticas, o tempo usual para cumprir os 2000m é cerca de 5.5 a 7 minutos. Em remadores internacionais, a potência gerada por remada pode atingir os 1200 *watts* (W) e a média ronda os 450-550W (Steinacker, et al, 1998). A realização de uma competição de remo durante 2000 metros mobiliza, de forma máxima, todos os sistemas energéticos; contudo é manifesta a predominância do metabolismo aeróbio na produção da energia necessária para o esforço competitivo, como é provado pela literatura rondar os valores entre os 70-80% (Hagerman et al, 1978)(Messonnier et al, 2005; Russell et al, 1998).

Os principais componentes de sucesso no remo passam pela personalidade, motivação, habilidade tática, habilidade técnica, resistência e potência expressas pelo remador, porém a bibliografia destaca as capacidades fisiológicas como as mais fundamentais, embora todas elas estejam interligadas. As que maior destaque recebem são as variáveis antropométricas, como a massa, estatura, percentagem de massa gorda e magra e fisiológicas, como o  $VO_2$ máx e Limiar Anaeróbio (indicadores da potência e capacidade aeróbia) que desempenham uma considerável influência no desempenho dos atletas (Mäestu, Jürimäe, Jürimäe, & Jiririmae, 2005).

### 2.1 Crescimento e Maturação

Crescimento é actividade biológica dominante por cerca das duas primeiras décadas de vida humana, incluindo, os nove meses de vida pré-natal, podendo dizer que o crescimento é o aumento do corpo como um todo ou o tamanho atingido por partes específicas do corpo. A maturação torna-se mais difícil de definir, sendo descrita como um processo de tornar-se maduro ou o progresso em direcção ao estado maduro.(Malina et al., 2004)

A maturação é definida como o momento e cadência de um processo que leva ao um estatuto maturacional das funções biológicas. Este processo ocorre em todos os tecidos,



sistemas orgânicos e órgãos, afectando enzimas, composições químicas e funções.(Malina et al., 2004).

A regulação do processo de crescimento e maturação é complexa, devido ao envolvimento de factores que interagem entre si desde o nascimento até ao estado de maturidade biológica. A regulação de factores externos deve ser considerada para o desenvolvimento integrado com a genética e hormonal para a coordenação com o relógio biológico, como por exemplo os factores ambientais ou nutrientes, que são independentes do tempo, mas que afectam os sistemas fisiológicos dos indivíduos em desenvolvimento.

A maturação é um processo que deve ser analisado em dois contextos – *timing* e tempo. O *timing* é referente a eventos específicos da maturação, por exemplo, a idade de desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários. Tempo refere-se à velocidade com que a maturação progride, como por exemplo o quão rapidamente ou lentamente o adolescente passa pelas fases de crescimento. *Timing* e Tempo variam consideravelmente entre indivíduos (Bourgois et al., 2000; Malina et al., 2004).

O escalão de Juvenis (14/15 anos), coincide com a fase do salto pubertário (rapazes). Este fenómeno, bem traduzido pela curva de velocidade do crescimento, têm carácter universal e estabelece-se por um período de cerca de 2 anos, alcançando um valor máximo, o pico de velocidade de crescimento (PVC). Após este pico inicia-se então um novo período de alguma estabilidade no crescimento que precede as dimensões adultas (TANNER, 1963).

Nas raparigas o *take-off* (TO) inicia por volta dos 9/10 anos atingindo o pico aos 12 e parando por volta dos 16, enquanto nos rapazes a aceleração inicia perto dos 10/11 anos, atingindo o pico perto dos 14 e apenas parando por altura dos 18 anos.

A curva de crescimento para altura tem vários parâmetros que fornecem informação útil, sendo os 2 mais importantes o TO e o PVC. O PVC informa uma estimativa de tempo, caso a estatura adulta esteja disponível é possível quantificar o crescimento na adolescência.

A maturação relaciona a idade biológica com uma data no calendário, sendo que a maturação nas crianças não coincide directamente com a idade cronológica nem com o

calendário. Em grupos de crianças do mesmo sexo, dentro da mesma idade cronológica irá ocorrer uma variação da idade biológica ou estado de maturação. Biologicamente algumas das crianças estarão atrasadas maturacionalmente, outras coincidindo idade biológica e cronológica (normomaturados) e avançados maturacionalmente.(Malina et al., 2004)

A avaliação do estado maturo varia de acordo com o indicador maturacional que é utilizado, sendo que os mais comuns são a idade esquelética, maturação sexual e maturação somática. A calcificação da dentição também pode ser ocasionalmente utilizada como indicador, porém os dentes têm a tendência de se desenvolver independentemente dos outros indicadores. Como indicadores neuromusculares são utilizados marcos relevantes como a idade em que começou a andar sozinho.(Malina et al., 2004)

É importante conseguir medir, observar e quantificar maturacionalmente os indivíduos, sendo esta a questão principal em estudos de crescimento e maturação. Para que os indicadores sejam válidos, deve o mesmo ocorrer em todos os indivíduos durante o processo de maturação, sendo estes específicos para cada sistema orgânico usado.

### **2.2 Maturação Somática**

Avaliar a maturação somática usando apenas o tamanho corporal não é possível, já que esta variável sozinha não é um indicador maturacional. No entanto, com dados longitudinais disponíveis, especificamente a altura e a curva de crescimento, podem ser usados para derivar parâmetros como idade no pico de velocidade de crescimento. Se a altura adulta estiver disponível ou puder ser estimada como a estatura matura predita, ambas podem ser utilizadas como indicadores.

#### **2.2.1 Idade no PVC**

É a idade em que a velocidade de crescimento é maior. Apesar de ser um indicador precioso para a maturação somática, requer informação longitudinal para a sua estimativa, como por exemplo, a idade em que ocorre a menarca ou o pico de força em qualquer dos sexos. Com dados próprios, é possível estimar picos de velocidade para outras dimensões corporais para além da altura.

### **2.2.2 Maturity Offset**

O pico de velocidade de crescimento (PVC) é o evento com maior importância da maturação somática e um dos principais indicadores em estudos longitudinais (Malina et al., 2004). Mirwald et al. (2002) desenvolveu o método de perda a partir da distribuição temporal do PVC da estatura, da altura sentado e do comprimento dos membros inferiores para testar um método não-invasivo de determinação da distância, em anos, a que o indivíduo se encontra do PVC em estatura (Santos, 2009)

Este método proposto por Mirwald et al. (2002) foi utilizado em diversos estudos como em nadadores por Simmons, White & Stager (2004), em adolescentes escolares por Goulopoulou et al. (2005).

### **2.2.3 Estatura Madura Predita**

Todos os métodos de predição da estatura madura necessitam de uma estimativa da idade esquelética (IE), são eles o método de Bayley-Pinneau, o método de Roche-Wainer-Thissen e Tanner-Whitehouse. Todos estes métodos de predição têm um erro associado de 3 a 5 cm.

A necessidade de uma IE limita um pouco a aplicação destes métodos, tendo sido feitas modificações ao método de Roche-Wainer-Thissen de modo a ser possível calcular EMP sem a IE. É baseado na premissa de que a média da altura dos pais é a altura alvo do indivíduo. No método de Khamis-Roche, a predição de estatura num estudo realizado no Canadá, sem utilizar IE, apresentou uma correlação de 0,84 nas raparigas e 0,74 nos rapazes. (Malina et al., 2004)

### **2.2.4 Percentagem Estatura Madura Predita**

Outro indicador de maturação somática é a percentagem da estatura madura alcançada até determinado momento. Esta metodologia prevê que um indivíduo está tão mais maduro quanto mais próximo se encontra da sua estatura adulta. Para recorrer a este indicador é necessário obter registos longitudinais e proceder ao tratamento dos dados retrospectivamente, uma vez que existe a necessidade de aguardar que os indivíduos atinjam a idade adulta.

No entanto existem alguns métodos de predição da estatura adulta que podem dar uma maior utilidade a esta metodologia permitindo, no momento da avaliação dos

observados, transformar a sua estatura actual num valor percentual da sua estatura matura predita (EMP).

### **2.3 Caracterização da Modalidade**

A literatura apresenta o Remo como um desporto dos mais exigentes do ponto de vista fisiológico quando comparados aos outros desportos predominantes aeróbios (Hagerman et al., 1978). Dependendo do tipo de barco e condições climatéricas, o tempo usual para cumprir a distância olímpica é cerca de 5.5 a 7 minutos. Durante uma competição, um remador depende maioritariamente da contribuição do metabolismo aeróbio pois as reservas glicolíticas são limitadas cumprindo a sua função por apenas 1,5 a 2 minutos.(Steinacker, 1993)

Os principais componentes de sucesso no remo passam pela personalidade, motivação, habilidade tática, habilidade técnica, resistência e potência expressas pelo remador, porém a bibliografia destaca as capacidades fisiológicas como as mais fundamentais, embora todas elas estejam interligadas. As que maior destaque recebem são as variáveis antropométricas, como a massa, estatura, percentagem de massa gorda e magra e fisiológicas, como o VO<sub>2</sub>máx e Limiar Anaeróbio (indicadores da potência e capacidade aeróbia) que desempenham uma considerável influência no desempenho dos atletas( Mäestu et al, 2005; Izquierdo-Gabarren, Expósito, et al, 2010;) .

#### **2.3.1 Fisiologia do Remo**

Muitos factores afectam o desempenho do remo. A potência da remada depende do fornecimento de energia que provem da via aeróbia e anaeróbia decorrente da eficiência da técnica de remada. Essa eficiência pode ser expressa pela relação entre o dispêndio energético e a velocidade do barco (Steinacker, 1993) (Maestu, Jurimae, & Jurimae, 2005).

Os parâmetros que mais têm apresentado relação com o desempenho no remo são o Limiar Anaeróbio e o VO<sub>2</sub> máximo. Porém autores como Mikulic, et al (2010) têm procurado demonstrar que alguns parâmetros anaeróbios também podem ser altamente associados ao desempenho no remo.

A única substância capaz de ser transformada em energia cinética é a adenosina trifosfato (ATP). O “*stock*” de ATP nos músculos é apenas suficiente para um esforço de

cerca de 1 segundo. Portanto, o organismo é obrigado a produzir esse ATP antes de gerar uma energia cinética. A produção de ATP é, pois, diferente segundo as demandas (força, velocidade, ritmo, duração).

Uma molécula de ATP liberta 10 Kcal, mas para o treino e competição é preciso muito mais. Assim, existem três vias para a produção de ATP, as quais nunca se desenvolvem de modo isolado. São elas:

- Via Aeróbia
- Via Anaeróbia Láctica
- Via Anaeróbia Aláctica

### 2.3.2 Contribuições das diferentes vias

Com base nas várias pesquisas feitas em remadores de elite masculino, foi calculada uma estimativa que numa regata de 6 minutos e 43 segundos, a via aeróbia contribui com 84% da energia produzida e a via anaeróbia 16%. Uma estimativa idêntica foi feita por Droghetti, Jensen and Nielsen (1991) num teste de remo-ergómetro de 6 minutos. (McNeely, 2011)

Ao longo dos tempos foram surgindo vários estudos sobre as contribuições das diferentes vias energéticas, existindo alguma variabilidade com os valores da via aeróbia contribuírem entre 67-86% e a via anaeróbia 14-33%, como ilustra a tabela 1.

**Tabela 1 - Contribuição das diferentes vias energéticas adaptado de Mäestu et al., 2005**

<i>Autores</i>	<i>Amostra</i>	<i>Via aeróbia (%)</i>	<i>Via Anaeróbia (%)</i>
Hagerman et al.	310	70	30
Messonier et al.	13	86	14
Meickelson and Hagerman	25	72	28
Roth et al.	10	67	33
Russel et al	19	84	16
Secher et al	7	70-86	14-30

### 2.3.3 Via Aeróbia

No remo, a potência é mensurável com recurso aos remo-ergómetros, podendo um remador de elite produzir 520W ao remar durante um período de seis minutos, o tempo necessário para completar uma prova de 2000 metros. Com atletas de diferentes idades e níveis esta potência decresce significativamente.

No que concerne à via aeróbia, esta é apenas uma parte do mecanismo de fornecimento da energia total. Esta via fornece energia de forma dominante até que o organismo atinja o limiar anaeróbio, ou a concentração do máximo de lactato estabilizada (steady state).

Para uma mesma acumulação de lactato, o desempenho de um indivíduo altamente treinado é 50% mais elevado do que o de um indivíduo normal. Isto é o resultado de uma influência oxidativa superior e de um fornecimento de energia glicolítica mais tardio e menos intenso.

No caso do remo, quando o treino aeróbio é excessivo (mais de 7500 km por ano), o fornecimento de energia glicolítica torna-se menos presente. A quantidade e o volume das mitocôndrias determinam o desempenho aeróbio do músculo de um remador de elite.

No remo, os músculos não estão todos sujeitos à mesma carga de esforço, sendo que os músculos sujeitos a uma maior carga, tais como os extensores das pernas e os flectores dos braços, podem desenvolver mais 10% a 12% de mitocôndrias. Estes músculos sofrem menos fadiga durante cargas de seis minutos, pelo facto de este tipo de desempenho se basear, quase exclusivamente, em energia aeróbia.

#### 2.3.3.1 Consumo Máximo de Oxigénio ( $VO_{2máx}$ )

O  $VO_{2máx}$  mede a capacidade do organismo em captar, fixar, transportar e utilizar o oxigénio (Shephard, 1998) e é por isso uma das variáveis mais importantes na performance desportiva e um dos indicadores com maior utilização nos laboratórios de fisiologia do exercício.

Vários estudos indicam o  $VO_{2máx}$  como um importante preditor para a performance (Steinacker, 1993; Cosgrove, et al, 1999; Mäestu et al, 2005; Messonnier et al, 2005), uma vez que é visto como a potência aeróbia máxima (PAM) e como descrito anteriormente a

via aeróbia é a principal contribuidora para o desempenho de cerca de 70% (Hagerman et al., 1978).

Remadores com elevados níveis de  $VO_{2máx}$  têm uma melhor velocidade durante a fase de percurso da regata, uma recuperação muito mais rápida e apresentam testes máximos de ergómetro melhores do que remadores com menores níveis de  $VO_{2máx}$  (Mikulic, 2008).

A possibilidade de aumentar os níveis de  $VO_{2máx}$  através do treino é relativamente baixa. Uma pessoa saudável deve, provavelmente, apenas conseguir aumentar os seus níveis de 20 a 25%. O limiar anaeróbio, por outro lado, é bastante mais afectado directamente pela intensidade, frequência e duração do treino.

Valores típicos de atletas de elite de remo estão entre os 60-68 ml/Kg/min entre ambos os géneros e categorias de peso. Em termos absolutos, atletas da categoria de absolutos (qualquer peso) podem variar entre os 5,5-7,75 L/min enquanto as atletas femininas ligeiras entre os 3,0-4 L/min. (McNeely, 2011)

Contudo, Hartmann e Mader (1993) consideram que uma elevada performance metabólica (em que a determinação do  $VO_{2max}$  é um critério importante), embora necessária não é um pré-requisito suficiente para o sucesso competitivo; em consonância, Steinacker (1994) salienta que, remadores com igual  $VO_{2max}$  podem ter resultados competitivos diferentes, por força de uma melhor eficiência metabólica e biomecânica.

### **2.3.3.2 Limiar aeróbio**

McNeely (2011), citando Aunola & Rusko (1986) define o limiar aeróbio como o ponto imediatamente antes em que a concentração de lactato no sangue aumenta distintivamente do seu nível em repouso. É também a intensidade em que grande parte das fibras musculares trabalha aerobicamente. McNeely (2011) refere vários estudos que defendem que este ponto normalmente ocorre por volta dos 2 mmol (millimoles) de lactato.

Durante exercícios de baixa intensidade as fibras recrutadas para o exercício são as fibras lentas, de Tipo I. Com o aumentar da intensidade, um maior número de fibras são

recrutadas até que as fibras de tipo I não sejam suficientes para o exercício e então sejam recrutadas as fibras rápidas de Tipo IIa e Tipo IIb.

O limiar aeróbio não representa um papel importante nas regatas, porém é um importante marcador da intensidade de treino, e os atletas de elite gastam até cerca de 50 horas de treino por mês nesta intensidade ou até mesmo intensidades inferiores. (McNeely, 2011)

### **2.3.3.3 Limiar Anaeróbio**

Segundo (Wolf e Roth, 1987) citados por Cosgrove et al., (1999), o Limiar Anaeróbio das 4 mmol/l (LAn4) é a melhor referência preditiva para a performance em competição.

Bourgois e Vrijens (1998) apresentam este indicador como um indicador de *performance* em “2000m” em concept II, embora relacionem o limiar anaeróbio a uma lactatemia de 3 mmol/l.

Para determinar o LAn, foram desenvolvidos vários métodos através da utilização de parâmetros não invasivos, como a ventilação e a troca de gases, e parâmetros invasivos, como as alterações da lactatemia. Assim, o LAn pode ser determinado através das concentrações de lactato sanguíneo, recorrendo a protocolos, quer com incremento progressivo da carga, quer com patamares únicos de carga constante. Em ambos os protocolos utiliza-se, como indicador do fornecimento adicional de energia glicolítica, o aumento não linear da produção de ácido láctico em função da carga (Mader, 1991).

O ponto de inflexão pode ser definido como sendo a frequência cardíaca acima da qual a acumulação de Lactato irá aumentar. Em regra, o ponto de inflexão de Lactato é de cerca de 4 mmol/L. O exercício praticado a este nível pode manter-se durante longos período de tempo, porque se verifica um equilíbrio entre a produção e a remoção de lactato.

É sugerido que em regatas de 2000 metros, os 3 minutos intermédios da regata em barcos curtos é executado a uma velocidade próxima do limiar anaeróbio. A potência nos 4 mmol/L de lactato foi correlacionada a um desempenho no remo ergómetro de 2000 metros. (Ingham, Whyte, Jones, & Nevill, 2002)



Numa recolha de dados efectuada por McNeely na América do Norte permitiu construir a tabela 2 que apresenta o rácio na relação de watts por massa em atletas de diferentes níveis competitivos.

**Tabela 2 - rácio de Watts nos limiar aeróbio (2mmol) e anaeróbio (4mmol) para rapazes e homens em watts por kilograma adaptado de (McNeely, 2011)**

	<i>High School / Recreational</i>	<i>High School/ Masters</i>	<i>College/ Masters</i>	<i>National</i>	<i>International</i>
Limiar Aeróbio	0.5-1.9	0.8-2.6	1.7-3.1	2.8-3.7	3.6-4.1
Limiar Anaeróbio	0.8-2.8	1.4-3.0	2.8-3.6	3.8-4.6	4.3-5.1

### 2.3.4 Via Anaeróbia

Nas regatas de remo olímpicas esta via contribui sensivelmente com 20-30% da energia total sendo essenciais para o início da regata (por volta de 90 segundos) e a fase final (últimos 250 metros, dependente da capacidade de recuperação dos atletas).

Os aspectos mais importantes são o pico potência e potência média. McNeely (2011), recolheu dados de atletas masculinos pesados do Canadá e apesar da potência do  $VO_{2máx}$  ter sido o melhor preditor no remo-ergómetro o pico potência estava altamente correlacionado com a *performance* na água.

A potência média também está altamente correlacionado com a performance no remo. A potência média no teste de *Wingate* modificado explicava 75,7% da variação num teste de 2000 metros enquanto o  $VO_{2máx}$  apenas explicava 12,1%. (Riechman et al., 2002)

#### 2.3.4.1 Via Anaeróbia Aláctica

O dispêndio de energia pela via anaeróbia aláctica depende da quantidade de adenosina trifosfato (ATP) e de creatina fosfato (CRPH) disponíveis nos músculos. Esta energia “armazenada” fornece energia aos remadores durante os 6 a 10 segundos iniciais de uma regata, altura em que necessitam de muita potência para aceleraram a embarcação.

Nestes escassos segundos, os remadores gastam 60% a 80% desse “pequeno” sistema de fornecimento de energia. A energia produzida pelos remadores durante este período da regata (6 a 10 segundos) é, em média, duas a três vezes mais elevadas do que a energia que produzem do segundo ao sexto minuto de regata.

O gráfico 1 procura explicar a relação entre a CRPH e o ATP durante uma carga específica de remo.

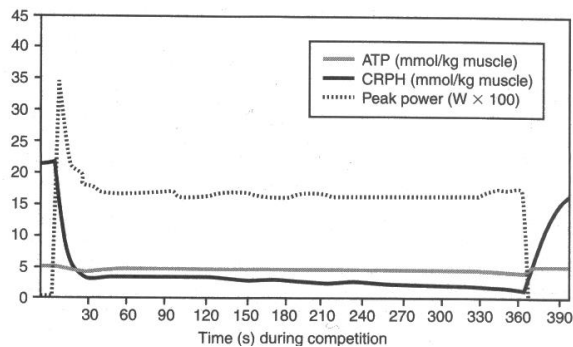


Gráfico 1 - Relação entre o CRPH e ATP

#### 2.3.4.2 Via Anaeróbia Láctica

A produção de energia nesta via é através do processo em que não se utiliza oxigénio e ocorre a produção de ácido láctico. O nosso organismo pode produzir energia glicolítica máxima, durante um curto período de tempo ou pode produzir grandes quantidades de energia provenientes desta via durante períodos de tempo mais longos. Quando tal acontece, o corpo produz lactatos a um ritmo elevado.

Ao fazer um *sprint*, por exemplo, a energia glicolítica máxima só pode ser mobilizada no seu máximo, entre os quartos e décimo segundos – o que equivale a entre sete a doze remadas no máximo. A capacidade do trabalho anaeróbio láctico está condicionada pelos níveis de lactato toleráveis pela célula muscular (com um PH inferior a 6.95, o organismo atinge o ponto de completa exaustão). Isto significa não ser fisiologicamente possível repetir acções múltiplas num período curto de tempo.

Uma taxa de formação máxima de lactato de aproximadamente 1,2 milimoles por segundo por kg de massa muscular, resultaria numa elevada produção energética por remada enquanto a cadência se situar acima das 36 remadas por minuto. Tal potência poderia, em teoria, ser mantida durante 20 a 25 segundos. Na prática, no entanto, tão elevadas produções energética e cadência de remada, são apenas aconselháveis durante escassos segundos, pois nesse momento da regata falta ainda muito tempo para o final.

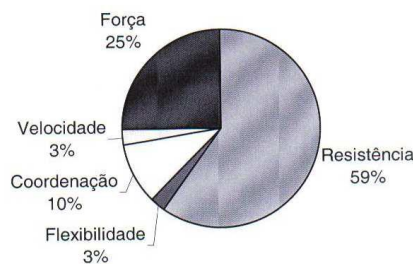
Em competições internacionais da FISA há registo de concentrações de 17 mmol/L. Estas concentrações fazem com que o pH do sangue passe do valor normal de 7.4 para valores abaixo dos 7.0. Contudo o organismo tem um mecanismo de defesa contra o ácido

lático, o tamponamento ácido-base. Esta via pode apenas ser melhorada 15% através do treino, isso deve-se à melhor actuação do tamponamento ácido-base (Barata, 1997).

#### 2.4 Princípios Básicos do Treino de Remo

No remo uma grande quantidade da massa muscular é utilizada na prática da modalidade utilizando predominantemente a via aeróbia. O treino deve desenvolver a força e capacidade aeróbia dos diferentes grupos musculares envolvidos.

No remo a intensidade de treino é baixa/moderada e vários autores (Vermulst et al., 1991) apresentam a resistência como a capacidade que melhor determina a performance, Jonath e Krempler (1991), propões mesmo 60% como o peso relativo desta capacidade em competição, como ilustra o gráfico 2.



**Gráfico 2 - Proporção da influência de diferentes capacidades na performance desportiva em Remo (Adaptado de Jonath e Krempler, 1991)**

Para ser um remador de sucesso todas as capacidades têm que ser treinadas (física, técnica, táctica e psicológica) (McArthur, 1997), existindo certos princípios aplicáveis a todos os tipos de treino quer sejam de força, resistência ou flexibilidade. Sendo eles a recuperação, especificidade, reversibilidade e sobrecarga.

A sobrecarga refere-se ao processo pelo qual o músculo é sujeito de forma sistemática, a um estímulo progressivamente maior criando a adaptação dos sistemas envolvidos e torna-los mais fortes. O corpo humano é extremamente eficiente e quando sujeito ao estímulo de forma adequada e repetitivamente surgirá a adaptação de forma a conseguir com menos energia executar a tarefa, surgindo então o processo de compensação.

Uma vez adaptado a uma determinada carga, deverá ser incrementada a carga de modo a procurar nova adaptação ao estímulo, sendo assim nesta constante adaptação do organismo ao estímulo a base do treino desportivo.

## 2.5 Zonas de Intensidade do Treino de Remo

O treino de remo é um tipo de treino essencialmente de resistência sendo as sessões maioritariamente abaixo do limiar anaeróbio (concentrações no sangue de 2 – 4 mmol/L) (Mäestu et al., 2005; Mahler, Nelson, & Hagerman, 1984; Steinacker, 1993). O treino acima do limiar anaeróbio é importante para melhorar o VO<sub>2</sub> máximo sendo 10% do tempo total de treino (Steinacker, 1993). Num ano o tempo de treino de água para atletas de 18 ano deve ser entre 52-55%, de força cerca de 20% e preparação geral 26 a 33%. (Mäestu et al., 2005)

O treino que um remador realiza é delineado para melhorar as duas principais capacidades fisiológicas: a capacidade aeróbia e a capacidade anaeróbia. Sendo assim, para garantir o sucesso desportivo, os treinadores organizam o planeamento e a periodização do treino com base em diversos factores delimitando em cada fase a quantidade do treino dedicada a cada Zona de Intensidade.

Não existe um padrão único das Zonas de Intensidade do Treino a utilizar. No entanto existe conceitos e normas que devem ser postas em prática de modo a que haja o tal devido sucesso desportivo esperado. Alguns autores definem para o Remo seis Zonas de Intensidade do Treino: Utilização de Oxigénio 1 (UT1), Utilização de Oxigénio 2 (UT2), Limiar Anaeróbio (AT), Transporte de Oxigénio (TR), Treino Láctico (L) e Treino Aláctico (AL) (McArthur, 1997).

A seguinte figura da FISA demonstra os valores e as percentagens recomendadas e uma exemplificação comum de treino (McArthur, 1997).

**Tabela 3 - Zonas de Intensidade do Treino de Remo segundo a FISA**

<b>Tipo</b>	<b>Indicação</b>	<b>% F.C.<sub>máx.</sub></b>	<b>Duração</b>	<b>Cadência</b>	<b>Repouso</b>	<b>Pulso*</b>
<b>UT2</b>	Treino Aeróbio para Resistência Muscular	65% a 75%	60' a 90'	18-22	Não	130-150
<b>UT1</b>	Treino Aeróbio para Resistência Muscular	75% a 85%	45' a 60'	20-24	Não	150-170
<b>AT</b>	Aumenta o Limiar Aeróbio	85% a 90%	2 x 20'	24-28	8' a 10'	170-180
<b>TR</b>	Aumenta a Capacidade	90% a 95%	6 x 5'	26-30	6' a 8'	180-190

L	do Coração Aumenta a Tolerância ao Ácido Láctico	95% a 100%	6 x 500m	32-42	2' a 3'	190-máx
AL	Aumenta a capacidade de Produzir Energia rapidamente	Máximo	10 x 15 remadas	Máxima	30 remadas	-

## 2.6 Remo-Ergómetro

Com a popularização da modalidade, os ergómetros de remo foram construídos para a simulação do remo em ambientes sem a presença de água. As três principais funções são ensinar o movimento padrão da modalidade com a possibilidade de se obter feedback em tempo real fornecido pelo treinador, filmagens ou mesmo espelhos, possibilitar o treino físico em terra e avaliar o desempenho no remo em ambientes controlados uma vez que se criam condições muito semelhantes para todos os atletas.

Em 1981, dois irmãos, Peter e Dick Dreissigacker inventaram o modelo que se tornaria nos dias de hoje um grande sucesso na comunidade do remo, o *Concept2 Indoor Rowing(C2)*. Com uma ideia que bastante simples e criativa, utilizaram um sistema de resistência ao ar para simular a resistência da água e ser possível mensurar a produção de força do remador.

Com o passar dos anos, a C2 foi aperfeiçoando os seus ergómetro e monitores electrónicos até ao modelo que conhecemos hoje o modelo D e E, que já permitem aos atletas receber em tempo real feedback da potência de cada remada, velocidade média, velocidade instantânea, cadência, frequência cardíaca entre outros parâmetros.

Os ergómetros da C2 são utilizados pelo mundo inteiro na comunidade do remo de competição para treino, avaliação, pesquisa e competições. Uma das grandes vantagens do C2 é que tem 10 níveis de dificuldade onde é possível ajustar o factor de resistência ao atleta.

### **3 Capítulo III – Metodologia**

#### **3.1 Amostra**

A amostra é composta por jovens atletas praticantes da modalidade de remo do escalão de juvenil ao início da época desportiva 1 de Outubro de 2013 de clubes de remo pertencentes à Associação de Remo da Beira Litoral, sendo a Associação Académica de Coimbra, Associação Naval 1º de Maio (Figueira da Foz) e Clube Galitos (Aveiro).

Todos os atletas foram informados dos procedimentos do estudo assim como os encarregados de educação mediante o preenchimento de um formulário de autorização para a participação do estudo.

##### **2.1.1 Caracterização da Amostra**

Participaram voluntariamente neste estudo trinta atletas do sexo masculino do escalão de juvenil de acordo com os indicadores da FPR. Como pré-requisito para fazer parte do estudo foi definido que os atletas teriam que ter uma participação mínima de 1 campeonato nacional da modalidade ou prática mínima de 6 meses com participação em competições regionais.

#### **3.2 Procedimentos**

##### **3.2.1 Antropometria**

A antropometria pressupõe o uso de referências cuidadosamente definidas e descritas para a standardização dos procedimentos de medida. É necessária a utilização de instrumentos apropriados e em boas condições. Foram adoptados os procedimentos antropométricos, descritos por Lohman, Roche & Martorell (1988), também referidos por Malina (1995) e Malina et al. (2004), que correspondem aos *guidelines do International Society for Advancement in kinanthropometry*.

As variáveis consideradas, e abaixo descritas, foram: massa corporal, estatura, altura sentado, comprimento dos membros inferiores (dado pela subtracção da altura sentado à estatura), comprimento da mão, do pé e as pregas bicipital, tricipital, subescapular, suprailíaca e geminal medial, de forma a calcular a percentagem de massa gorda e o índice de massa corporal.

### Massa Corporal

Apesar de na medição da massa corporal ser desejável que os sujeitos se apresentem desprovidos de vestuário, decidimos restringir a roupa a peças leves, ficando os observados em calções de licra ou *maillot*, sem qualquer peça de roupa no tronco e descalços. Utiliza-se, para o efeito, uma balança electrónica SECA, modelo 770.

### Estatuta

Com a mesma roupa, permitida na medição da massa corporal, o observado foi encostado ao estadiómetro, sendo a cabeça ajustada pelo observador de forma a orientar correctamente o *Plano Horizontal de Frankfurt*. Por fim, seguindo as recomendações de Gordon *et al.* (1988) pediu-se ao sujeito para inspirar o máximo volume de ar, mantendo a posição erecta. Recorreu-se à utilização de um estadiómetro portátil *Harpender*.

### Altura sentado

Utilizando um estadiómetro com banco acoplado (*Sitting Height Table Harpender*), o observado senta-se de modo a permitir a medição da altura sentado.

### Estimativa do comprimento dos membros inferiores

Esta variável foi estimada a partir da determinação da diferença entre a estatura e a altura sentado.

### Comprimento da Mão e do Pé

Utilizando uma folha A4, os atletas colocavam a mão e o pé direito sobre a folha, marcou-se na folha a extremidade de cada um dos segmentos e posteriormente foi efectuada a mensuração de cada um.

### Pregas

Na recolha de todas as pregas de gordura subcutâneas recorreu-se a um *Slim Guide Skinfold Caliper*.

### *Tricipital*

A prega de gordura assume uma orientação vertical na face posterior do braço direito, a meia distância entre os pontos acromial e olecraneano.

#### *Bicipital*

Trata-se de uma prega vertical medida na face anterior do braço direito, ao mesmo nível da prega tricipital

#### *Subescapular*

Esta prega assume uma orientação oblíqua (olha para baixo e para fora) e é medida na região posterior do tronco, mesmo abaixo do vértice inferior da omoplata.

#### *Suprailíaca*

Como o próprio nome indica, a prega suprailíaca é medida imediatamente acima da crista ilíaca, ao nível da linha *midaxilar*.

#### *Geminal*

Esta prega vertical é medida com a articulação do joelho flectida em ângulo recto. A dobra de gordura subcutânea é destacada na face interna, aproximadamente ao mesmo nível do plano horizontal onde é medida a circunferência geminal.

#### Índices

##### *Índice de Massa Corporal*

Este índice foi calculado dividindo a massa corporal (em quilogramas) pela estatura (em metros) elevada ao quadrado:

$$\text{Massa corporal} / \text{estatura}^2$$

Esta medida composta é largamente utilizada no rastreio de sujeitos em risco de obesidade, especialmente em populações adultas. Em grupos de crianças e adolescentes, e como refere Malina (2004), dada a variabilidade existente, é necessário algum cuidado e sensibilidade no uso da interpretação da variável como indicador de massa gorda.

##### % Massa Gorda



A percentagem de massa gorda foi calculada através de uma fórmula proposta por Slaughter et al. (1988) recorrendo ao estatuto maturacional (pré, púberes ou pós) e aos valores das pregas subcutâneas de gordura Tricipital e Subescapular.

$$\text{Pré} - 1,21 \times (\text{Tricipital} + \text{subescapular}) - 0,008 \times (\text{Tricipital} + \text{Subescapular})^2 - 1,7$$

$$\text{Pub} - 1,21 \times (\text{Tricipital} + \text{subescapular}) - 0,008 \times (\text{Tricipital} + \text{Subescapular})^2 - 3,4$$

$$\text{Pós} - 1,21 \times (\text{Tricipital} + \text{subescapular}) - 0,008 \times (\text{Tricipital} + \text{Subescapular})^2 - 5,5$$

### 3.2.2 Indicadores Maturacionais

#### *Maturação Somática*

Para a determinação da maturação somática, será utilizada a fórmula proposta por Mirwald *et al.* (2002). Para a aplicação da mesma são necessárias as seguintes informações: idade cronológica, massa corporal, estatura, altura sentado e comprimento dos membros inferiores.

#### Maturity offset:

$$\frac{-9,236 + (0.0002708 * (\text{comprimento dos membros inferiores} * \text{altura sentado})) - (0.001663 * (\text{idade cronológica} * \text{comprimento dos membros inferiores})) + (0.007216 * \text{idade cronológica} * \text{altura sentado}) + (0.02292 * ((\text{massa corporal/estatura}) * 100))}{1}$$

O resultado da equação estima a distância, em anos, que o sujeito se encontra do PVC, podendo ser o valor negativo (se ainda não atingiu o PVC) ou positivo (se já ultrapassou o PVC).

#### Percentagem da Estatura Madura (Adulta) Predita

Será utilizado a fórmula proposta por Khamis & Roche (1994, 1995), na qual utiliza para o cálculo da estatura madura, a estatura actual, massa corporal estatura média parental.

$$\frac{\text{intercept} + \text{estatura} * (\text{coeficiente para estatura}) + \text{massa corporal} * (\text{coeficiente para a massa corporal}) + \text{estatura média parental} * (\text{coeficiente para a estatura média parental})}{1}$$

Os coeficientes do método Khamis-Roche surgem em polegadas (*inches*) e libras (*pounds*), sendo necessária a sua conversão para o sistema métrico (centímetros e

quilogramas). O indicador maturacional é dado pela percentagem da estatura matura predita já alcançando no momento da medição:

$$\text{Estatura matura predita} = (\text{estatura no momento} / \text{estatura matura predita}) \times 100$$

### 3.3 Testes

Neste estudo foram feitos 3 testes no remo ergómetro com finalidades diferentes. O teste de 1500 metros é considerado o teste de desempenho uma vez que é a distância em que os atletas competem no campeonato nacional.

O teste de *wingate* modificado (Mikulic et al., 2010) tem o objectivo de medir a capacidade anaeróbia dos atletas e o Teste de Patamares serviu para determinar o limiar aeróbio, limiar anaeróbio e o  $VO_{2\text{máx}}$ .

Os testes foram todos executados com o remo-ergómetro Concept2 model D (Concept2, Inc; Morrisville, VT 05661 USA), diferenciando a localização dos testes de *Wingate* modificado e de 1500 metros que foram nos centros de treino de cada atleta e o teste de patamares no laboratório de biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

#### 3.3.1 Protocolo Wingate Modificado

O teste de *Wingate* (WAnT) é recorrente ser utilizado como um teste para comparar a capacidade anaeróbia entre diferentes atletas. A validade deste teste já foi comprovada várias vezes através da correlação entre o pico potência e a potência média em diferentes estudos. (Bar-Or, 1987; Franchini, 2002; Klasnja et al., 2010)

Tradicionalmente o teste de WAnT é executado num ciclo-ergómetro, embora que para o remo é comum fazer uma adaptação de este teste para ser utilizado o remo ergómetro uma vez que solicita os grupos musculares de uma forma mais idêntica que nos barcos.

O início do teste é explicado aos atletas o funcionamento do mesmo e qual o objectivo a alcançar. Todos os atletas faziam um aquecimento de 10 minutos num remo-ergómetro para preparar o corpo para a actividade.

De modo a uniformizar o teste para todos os atletas, foi estabelecido os seguintes parâmetros:

- Factor resistência (Drag Factor) : 200;
- Cadência: Livre;
- Incentivo verbal: “Força”, “Aumenta”, “Tudo”;
- Início do teste apenas no comando de voz: “vai”;

A preparação do teste foi feita através da configuração do monitor do Concept2, com períodos de 30 segundos de trabalho e 30 segundos de descanso. O teste iniciava-se apenas ao 3º intervalo de tempo de 30 segundos, servindo os primeiros dois para as últimas explicações e preparação para o teste.

Todos os atletas foram informados que deveriam começar a colocar alguma pressão nos últimos 3 segundos que antecediam o início do teste para que a roda não estivesse num completo estado de inércia.

Todos os testes foram gravados com recurso a uma câmara de filmar para ser possível analisar posteriormente a remada em que se atingiu o pico potência assim registando este valor e também a potência média.

### **3.3.2 Protocolo Teste Máximo Descontínuo Por Patamares**

De forma a avaliar o  $VO_2$  máximo e determinar o limiar anaeróbio dos atletas foi desenhado um protocolo máximo, descontínuo por patamares de carga progressiva.

Para se aplicar este protocolo recorreu-se ao resultado do teste máximo de 1500 metros onde se obtinha o valor de potência média e assim determinar a carga para os patamares do teste progressivo.

A escolha do teste descontínuo tem como vantagem permitir a recolha dos parâmetros fisiológicos máximos, mas também a possibilidade de determinar os valores sub-máximos para a optimização do treino.

Desta forma, o protocolo apresentava patamares de quatro minutos de trabalho e um minuto de descanso onde se precedia à recolha sanguínea para análise de lactato. De acordo com a bibliografia, segundo McArdle, Katch e Katch (2009) o teste é realizado até

a exaustão, sendo interrompido quando o atleta informa que atingiu o seu máximo ou se verifica uma das seguintes situações, não sendo necessário a coexistência de todos:

- Quociente respiratório (Qr) > 1,0;
- Lactatemia > 8,0 Mmol/L;
- Valor de consumo a partir do qual um aumento da intensidade do esforço provoca uma estabilização ou mesmo ligeira queda do valor do VO<sub>2</sub>
- Máscara de esforço evidente;

### 3.3.2.1 Desenho do Teste

De acordo com os resultados do teste de 1500 metros, foi definido os seguintes patamares iniciais existindo um incremento da carga em que a velocidade média tinha que diminuir 5 segundos aos 500 metros.

A tabela 4 exemplifica o primeiro, segundo e terceiro patamar de cada nível de atleta, sendo que a partir do 3º patamar o incremento foi sempre igual para todos. A opção de saltar alguns patamares surge devido à capacidade física dos atletas e de não os saturar com um teste extremamente longo e diminuir a fadiga permitindo alcançar um patamar de dificuldade maior.

**Tabela 4 - Valores iniciais do Teste de Patamares e incrementos de acordo com a velocidade média aos 1500 metros**

<i>Vel.média (1500m)</i>	<i>&lt;1:45</i>	<i>1:45-1:50</i>	<i>1:50-1:55</i>	<i>1:55-2:00</i>	<i>2:00-2:05</i>	<i>2:05-2:10</i>	<i>&gt;2:10</i>
1ºPatamar	2:20	2:20	2:25	2:25	2:30	2:35	2:40
2ºPatamar	2:00	2:10	2:15	2:20	2:25	2:30	2:35
3ºPatamar	1:55	2:05	2:10	2:15	2:20	2:25	2:30

### 3.3.2.2 Material e Preparação

Este teste tem o objectivo de se obter o valor máximo de oxigénio e determinação do limiar anaeróbio, o que obriga à utilização de um conjunto de materiais e procedimentos a ser realizados.

### 3.3.2.2.1 Recolha de Frequência Cardíaca

Para a recolha da frequência cardíaca ao longo do teste foi utilizado um monitor Polar modelo S-810 (Polar, Finlândia) a uma frequência de batimento a batimento. Todos os atletas utilizaram uma fita Polar codificada colocada no peito de forma a permitir a captação do sinal de FC.

### 3.3.2.2.2 Análise da concentração de lactato no Sangue

De modo a analisar a concentração de lactato no sangue foi necessário preparar o seguinte equipamento:

- Mini espectrofotómetro DR LANGE/Lp 20;
- Solução tampão - Lactai Enzymatic. Farbtest P AP DR. LANGE LKM140;
- Reagente inicial - Starter reagement LKM 140;
- Unistik 2 Extra — Owen Mumford;
- Micropipeta - Micropipetter DR Lange;
- Tubo capilar para 10 microlitros;
- Toalhetes LIFRESCA - 70% Álcool.

A calibração do mini-espectrofotómetro é feita regularmente pela técnica de laboratório para que os estudos realizados com este equipamento sejam validados. A calibração consiste numa curva de calibração com concentrações de lactato conhecidas indicadas pelo fabricante.

A recolha do sangue foi efectuada do seguinte modo:

Segura-se na mão esquerda/direita do atleta, desinfecta-se com álcool a extremidade do dedo polegar, secando-se de seguida com um papel absorvente para que não haja suor quando se realiza a picada com o Unistik. Após a picada, pressiona-se o dedo até formar uma gota de sangue suficiente para perfazer os 10 u.l necessários para encher o tubo capilar. Com a ajuda da micropipeta, injecta-se o sangue no tubo de *Lactai Enzymat* agitando-se de forma a homogeneizar o conteúdo.

Após a recolha do sangue em todos os patamares, coloca-se a cápsula do reagente no tubo de *Lactai Enzymat* e agita-se de modo a que o reagente actue. Após este

procedimento coloca-se o tubo no mini-espectrofotómetro ordenadamente por patamares e regista-se a acumulação de lactato.

Para a determinação dos limiares foi utilizado o *Lactate-E: Blood Lactate Endurance Marker Software* (Newell et al., 2007), que permite determinar o limiar individual de cada atleta com os indicadores de frequência cardíaca e *watts*.

### 3.3.2.2.3 Análise VO<sub>2</sub> máximo

De forma a uniformizar a análise do volume de oxigénio máximo controlou-se a temperatura ambiente do laboratório de 21±1°C. As concentrações habituais de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> do ar ambiente foram mantidos constantes, para isso o laboratório foi ventilado nas pausas dos testes.

A determinação do VO<sub>2</sub>, VE, QR foi feita através da medição directa do ar inspirado e expirado, utilizando-se o analisador de gases *METAMAX Ergospirometry System* (Cortex Biophysik GmbH, D-04229 Leipzig). Este equipamento efectua a recolha de um valor médio de cada variável espirométrica a cada 10 segundos de análise de dados.

A calibração do sensor de volume deve sempre ser realizada antes do início de cada um dos testes. Para isso, utiliza-se uma seringa *3L Hans Rudolph, inc, Series 5530, Kansas city, USA*, com a qual se executam 5 injeções de ar. É avaliado o erro entre o volume ejectado e o medido, a calibração é aceite ou rejeitada caso o valor do erro seja desprezível ou não. Para nos certificarmos da consistência dos resultados, este processo foi realizado duas vezes consecutivas.

A calibração do sensor de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, realizou-se, também antes do início de cada um dos testes e após a calibração do volume. Para a calibração utiliza-se uma garrafa de gás com concentrações estáveis de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> (5.99% Molar e 14.99% Molar, respectivamente).

Para isso, ligou-se a garrafa ao analisador de gases para que este fizesse as leituras e as respectivas correcções, concluindo assim o processo de calibração. No final de cada teste e previamente à calibração dos sensores de volume e de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, realizava-se durante 5 a 10 minutos a avaliação do ar ambiente que permitia limpar as câmaras de análise do *Metamax Ergospirometry System*.

### 3.3.3 Protocolo 1500m

O teste máximo de 1500 metros foi definido como o teste de performance dos atletas. O objectivo deste teste passa por completar a distância regulamentada de acordo com o código nacional de regatas no menor tempo possível.

De forma a ser possível caracterizar através da frequência cardíaca o esforço neste teste, todos os atletas utilizaram o POLAR S810 (Polar, Finlândia) configurado para batimento-a-batimento, sendo assim também possível caracterizar o esforço numa prova máxima de 1500 metros através da frequência cardíaca e o tempo passado em cada zona de intensidade.

De modo a uniformizar o teste para todos os atletas, foi estabelecido os seguintes parâmetros:

- Aquecimento: 10 minutos no ergómetro;
- Factor resistência (*Drag Factor*): 125;
- Cadência: Livre;
- Início do teste apenas no comando de voz: “Atenção, Larga!”;

No final do teste os atletas remavam durante um tempo mínimo de 5 minutos de forma calma e relaxada para recuperar do esforço. Este teste permite recolher dados sobre o desempenho dos atletas, o tempo, velocidade média, frequência cardíaca, cadência, potência média.

### 3.3.4 Caracterização do esforço pela Frequência Cardíaca

Com o recurso do Polar S810 (Polar, Finlândia), foi possível registar a FC ao longo do teste de 1500m o que vai permitir caracterizar o esforço dos atletas neste tipo de teste. As zonas utilizadas são os intervalos de cada 10 batimentos.

## 3.4 Tratamento Estatístico

Foi realizada uma análise descritiva das variáveis em estudo divididas pelas suas categorias, antropométricas, maturacionais e performance através dos parâmetros de tendência central (média) e dispersão (desvio padrão) de forma a caracterizar a amostra.

### Capítulo III – Metodologia

Tendo como critério a média de watts no teste de performance, foi utilizada a correlação bivariada com o coeficiente de Spearman, para verificar a relação entre as variáveis antropométricas, maturacionais e fisiológicas com o desempenho no teste de performance.

O nível de significância foi mantido em 5%, valor estabelecido para ciências sociais e comportamentais.

Para finalizar realizou-se uma regressão linear múltipla com as variáveis que apresentaram níveis de significância elevados ( $p < 0,01$ ) de modo a obter o valor preditivo de cada variável no teste de performance máximo.

Para os testes estatísticos, foi utilizado o *software Statistical Program for Social Sciences – SPSS* versão 20.0 para Windows.





#### 4 Capítulo IV – Apresentação e Discussão de Resultados

A amostra é composta por atletas de remo do escalão de juvenil (14 e 15 anos), constatando-se através de várias pesquisas bibliográficas a inexistência de trabalhos dedicados a este escalão. Ingham et al (2002) efectuaram um estudo similar mas para a distância olímpica de 2000 metros e com atletas de elite. O estudo que mais se assemelha ao agora apresentado, foi elaborado por Izquierdo-Gabarren et al (2010) embora apenas referentes a factores fisiológicos.

Este estudo procura analisar variáveis antropométricas, maturacionais e fisiológicas com atletas que não são de elite mas sim pertencentes a um escalão de formação.

##### 4.1 Caracterização da Amostra

A amostra é composta por 15 atletas do sexo masculino que representam os clubes da Associação Académica de Coimbra, Associação Naval 1º de Maio e Clube Galitos, com idade média de  $15,29 \pm 0,41$  anos.

Cada categoria de variáveis está apresentada detalhadamente em tabelas com a média e Desvio Padrão da amostra.

A tabela 5 apresenta os dados relativos à antropometria enquanto a tabela 6 apresenta a estatística descritiva das componentes maturacionais.

**Tabela 5 - Análise Descritiva Antropometria**

	<i>Estatutura (cm)</i>	<i>Altura Sentado. (cm)</i>	<i>Comp.Membro Inferior (cm)</i>	<i>Comp.Mão. (cm)</i>	<i>Comp.Pé. (cm)</i>	<i>Massa (Kg)</i>	<i>SumPGS (mm)</i>	<i>%MG</i>	<i>IMC</i>
Média	173,5	87,19	86,16	18,74	25,90	64,58	54,53	15,84	20,82
DesvPad	5,87	4,11	4,81	0,95	1,13	13,01	20,04	5,64	3,07
Mínimo	161,6	78,8	80,7	17,6	24,4	47,1	31	8,94	17,60
Máximo	182,6	95,5	98,6	20,4	28,8	96,1	96	28,49	29,90

## Capítulo IV – Apresentação e Discussão de Resultados

**Tabela 6- Análise descritiva Maturacional**

	<i>Idade cronológica (anos)</i>	<i>Estatura Madura Predita (cm)</i>	<i>% Est. Madura Predita</i>	<i>Maturity Offset (anos)</i>	<i>Idade PVC (anos)</i>
Média	15,29	179,37	96,65	0,43	14,86
DesvPad	0,41	5,09	2,09	0,63	0,52
Mínimo	14,65	172,29	91,32	-0,89	13,80
Máximo	15,83	187,86	99,37	1,59	15,67

O grupo apresenta uma estatura média de  $173,5 \pm 5,87$  cm que quando comparados com a Estatura Madura Predita e a sua percentagem de EMP ( $96,65 \pm 2,09$ ) mostra que o grupo está perto do seu máximo. As variáveis que demonstram uma maior variação são o Somatório de pregas subcutâneas ( $56,53 \pm 20,04$ ), a Massa Corporal ( $64,58 \pm 13,01$ ).

A grande maioria do grupo do ponto de vista maturacional já tinha passado a fase do pico de velocidade de crescimento, embora a média do grupo indique ainda que estão na fase pubertária analisando o *Maturity Offset* ( $0,43 \pm 0,63$ ) e a Idade no PVC ( $14,86 \pm 0,52$ ).

**Tabela 7 - Análise descritiva de Performance e Fisiológicos**

	Média	DesvPad	Mínimo	Máximo
<i>Watts - 1500</i>	250,07	54,50	169	365
<i>Voga - 1500</i>	27,87	2,13	25	32
<i>FC Med - 1500</i>	184,27	8,14	172	197
<i>FC Máx - 1500</i>	197,00	8,86	184	212
<i>Pico Potência (W) - 30s</i>	524,00	153,00	319	947
<i>Potência Média (W) - 30s</i>	468,93	122,37	297	781
<i>VO2máx Relativo</i>	59,19	6,76	48,63	69,58
<i>VO2máx Absoluto</i>	3,78	,60	3,14	4,93
<i>Potência aeróbia máxima (W)</i>	218,13	43,96	134	298
<i>Limiar Aeróbio (W)</i>	135,61	29,36	97	184
<i>Limiar Aeróbio (FC)</i>	157,61	15,40	127	178
<i>Limiar Anaeróbio (W)</i>	173,21	30,86	105	220
<i>Limiar Anaeróbio (FC)</i>	176,78	9,93	154	193

## Capítulo IV – Apresentação e Discussão de Resultados

A tabela 7 apresenta o resumo do grupo das categorias de performance (1500 metros) e fisiológicos ( $VO_2$ máximo e Limiares). O grupo apresenta uma média de  $250,07 \pm 54,50$  *Watts* no teste de *performance* e após a determinação dos limiares verifica-se que os valores são de  $135,61 \pm 29,36$  para o limiar aeróbio e  $173,21 \pm 30,86$  *Watts* para o limiar Anaeróbio.

Curiosamente existe uma maior variação no pulso no limiar aeróbio ( $157,61 \pm 15,40$ ) do que no pulso para o limiar Anaeróbio ( $176,78 \pm 9,93$ ). Como esperado os *watts* produzidos para o PAM, Limiar aeróbio e Limiar Anaeróbio são inferiores ao teste de performance enquanto os *watts* produzidos no teste de potência são superiores.

Capítulo IV – Apresentação e Discussão de Resultados

Tabela 8 - Correlações Bivariadas de Spearman

	Est	AS	CMI	CM	M	SmPgs	%Mg	IMC	IC	%EMP	MO	W	PP	PM	VO2m_A	PAM	WLa	FCLa
AS																		
CMI	,713**																	
CM	,661**																	
CP	,689**			,679**														
M				,565*														
SmPgs					,693**													
%Mg					,676**	,930**												
IMC					,771**	,671**	,673**											
IC					,600*			,643**										
EMP	,825**		,647**															
%EMP					,746**			,554*										
MO		,868**			,654**			,517*	,565*									
IPVC		-,905**											-,640*					
W				,636*	,721**			,600*	,596*	,689**	,549*							
PP		,593*		,526*	,722**			,597*	,542*	,742**	,664**	,933**						
PM		,641*		,597*	,759**			,578*		,762**	,667**	,920**	,973**					
VO2m_R					-,532*	-,614*	-,624*											
VO2m_A				,579*	,757**			,629*	,607*	,800**	,531*	,939**	,887**	,891**				
PAM		,568*			,706**			,525*		,833**	,624*	,854**	,850**	,908**	,908**			
WLa				,742**	,757**			,621*	,514*	,636*		,921**	,788**	,816**	,882**	,794**		
FCLa					,532*			,761**										,629*
WLaAn				,568*	,571*					,643**		,854**	,810**	,852**	,850**	,888**	,771**	

\*\*Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). \*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

A tabela 8 apresenta as correlações existentes entre as variáveis. A variável que não apresentou nenhum tipo de correlação foi a FC no Limiar Anaeróbio, não sendo portanto apresentada na tabela. Da mesma forma, todas as relações entre variáveis que não apresentaram correlações fortes foram ocultadas.

Algumas das variáveis como a Massa, os Watts no limiar anaeróbio, os Watts no limiar aeróbio, VO2 máximo absoluto, PAM, Pico potência e Potência média foram as que apresentaram um maior número de correlações.

#### 4.2 Caracterização do Esforço pela Frequência Cardíaca

Com os dados de todos os testes recolhidos de todos os testes e uma vez que o teste de performance é máximo, a tabela 9 descreve o tempo absoluto da amostra em cada intervalo de 10 batimentos cardíacos. Os intervalos de 170-180BPM até aos intervalos de 200-210 BPM representam um tempo de 76 minutos e 59 segundos sobrando para os restantes patamares apenas 4 minutos e 18 segundos. O intervalo de FC com maior tempo ocorre no patamar 180-190BPM seguido do patamar 190-200BPM o que é facilmente explicado por se tratar de um teste máximo onde os atletas procuram superar-se.

Tabela 9 – Tempo total em cada intervalo de 10 BPM do teste máximo de 1500 metros

<i>FC</i>	<i>Segundos</i>	<i>Minutos</i>
120-130	3	0:00:03
130-140	18	0:00:18
140-150	34	0:00:34
150-160	43	0:00:43
160-170	160	0:02:40
170-180	780	0:12:40
180-190	2306	0:37:06
190-200	1195	0:19:05
200-210	508	0:08:08

#### 4.3 Antropometria e Performance

Por ser um desporto essencialmente de resistência, a estatura e massa corporal são factores que estão habitualmente relacionados com a performance na modalidade de remo. Bourgois et al (2000) recolheram dados de forma a criar um perfil antropométrico de jovens remadores do escalão de Júniores.

## Capítulo IV – Apresentação e Discussão de Resultados

Estes autores verificaram que os atletas Juniores (sub-18) no remo entre finalistas e não-finalistas do campeonato mundial da categoria se distinguiam pela estatura, robustez e desenvolvimento muscular. (Bourgois et al., 2000)

Outro estudo feito com 14 atletas do escalão absoluto masculino conclui-se que os melhores remadores em comparação com a população normativa do Canadá são 10% mais altos e 27% mais pesados. (Shephard, 1998)

Quando comparados com os atletas participantes do campeonato mundial de Júniores (CMJ), estes apresentavam uma estatura média  $187,4 \pm 7,4$  cm enquanto a amostra deste estudo apenas apresentava  $173,5 \pm 5,87$  cm. Quando comparados com a massa corporal os participantes do CMJ tinham  $82,2 \pm 7,4$  Kg e os atletas juvenis  $64,58 \pm 13,01$  Kg. Relativamente a Altura Sentado (AS) e Comprimento do Membro inferior (CMI), os atletas participantes do CMJ apresentavam média de  $96,8 \pm 3,2$  e  $90,7 \pm 3,8$  cm, respectivamente enquanto os atletas juvenis da AS e CMI apresentou a médias de  $87,19 \pm 4,11$  cm e  $86,16 \pm 4,81$  cm.

Estas diferenças podem ser explicadas pelo facto de os atletas desta amostra ainda não terem ultrapassado a fase de crescimento uma vez que a média de idades apresentadas na amostra é de  $15,29 \pm 0,41$  anos e a dos participantes do CMJ  $18,6 \pm 0,7$ .

Embora existam diferenças consideráveis nas variáveis da estatura e massa corporal o que vai influenciar também a altura sentada e comprimento do membro inferior, quando confrontados as dimensões corporais dos atletas que obtiveram a melhor prestação a variação de resultados é significativamente menor. Estes atletas apresentavam valores para Massa corporal entre os 70-90 Kg, Estatura entre 177-183 cm, Altura sentado 85-92 cm e Comprimento do membro inferior 82-95 cm, valores mais próximos dos que foram encontrados por Bourgois et al (2000).

Após ter sido realizada a correlação bivariada de Spearman foi possível verificar quais as variáveis que estatisticamente estavam relacionadas com a performance que foram ao encontro com algumas das sugeridas por alguns autores. As que apresentaram correlações elevadas e estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) foram as variáveis da Massa corporal ( $r=0,721$ ), IMC ( $r=0,600$ ) e comprimento da mão ( $r=0,636$ ). As restantes

variáveis (Estatura, Altura sentado, Comprimento do membro inferior, Comprimento do pé, %MG e SUMPgs) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Uma vez que o teste de performance foi efectuado no remo-ergómetro a massa corporal dos atletas representa a correlação mais elevada uma vez que no simulador a massa não acrescenta peso extra ao contrário do que se verifica na água.

Ao contrário do que seria expectável, uma vez que outros autores defendem que a estatura é uma variável importante, neste estudo a correlação não foi elevada. Esta aparente incongruência pode dever-se ao facto de ser uma amostra pequena e de que os atletas ainda se encontram em fase de crescimento estando longe da sua estatura final.

#### **4.4 Maturação e Performance**

O desenvolvimento da via aeróbio e o impacto na performance desportiva em jovens é influenciado pela relação com o desenvolvimento individual da capacidade do sistema cardiovascular, função muscular, capacidade celular, composição corporal e capacidade metabólica (Ford et al., 2011), verificando-se no início da adolescência que o aumento destas capacidades é maior quando comparado com qualquer outra faixa etária.

Os parâmetros maturacionais aqui estudados foram a idade no PVC, Estatura Matura predita (EMP), %Estatura Matura Predita (%EMP) e *Maturity Offset (MO)*.

Uma vez que dentro do grupo estão atletas do 1º ano do escalão e outros do 2º ano do escalão, é bastante normal surgirem atletas de todos os estados maturacionais. O MO apresentou uma média positiva de  $0,43 \pm 0,63$  anos o que indica que a maioria estava dentro da categoria de normomaturados. A média de  $14,86 \pm 0,52$  anos da idade no PVC quando confrontado com a idade cronológica  $15,29 \pm 0,41$  anos indica que já passaram a fase mais rápida do crescimento, o que se pode confirmar pela %EMP  $96,65 \pm 2,09$  cm.

As variáveis que apresentaram alguma correlação com o teste de performance foram a idade cronológica ( $r=0,596$ ,  $p < 0.05$ ), MO ( $r=0,549$ ,  $p < 0.05$ ) e a que apresentou correlação bastante elevada o %EMP ( $r=0,689$ ,  $p < 0.05$ ). Significando assim, que a os atletas mais velhos, os que atingiram a maior percentagem da EMP e os que maturacionalmente estão mais avançados (MO) são os que apresentam melhores resultados no teste de performance.



Para Malina et al. (2004), o rendimento inferior dos indivíduos mais jovens e com estado maturacional mais atrasado está relacionado com a economia de movimentos, sendo que pelo facto de serem mais pequenos executam o movimento um maior número de vezes, reflectindo assim num maior custo metabólico para a execução da tarefa.

#### **4.5 Factores Fisiológicos e Performance**

A performance está dependente das capacidades fisiológicas dos atletas, de ambas as vias energéticas, aeróbia e anaeróbia (Steinacker, 1993). O estudo das características fisiológicas que diferenciam os atletas de elite e não elite tem demonstrado que um maior  $VO_2$  máximo (Kramer, 1994) (Cosgrove et al., 1999) e potência gerada nos 4mmol.l<sup>-1</sup> estão positivamente relacionados com a performance. (Cosgrove et al., 1999)

##### **4.5.1 Indicadores Anaeróbios**

Como medida de desempenho anaeróbio foi utilizado o teste de *Wingate* modificado, que consiste numa prova máxima de 30 segundos no remo-ergómetro. Este teste foi validado por Mikulic et al (2010).

Mikulic et al. (2010), realizou o estudo que mediu a potência anaeróbia específica com indivíduos entre os 12 e 18 anos. Este estudo permitiu criar um grau de comparação para com a nossa amostra e ajudar a perceber se os valores encontrados por Mikulic se assemelhavam aos que foram encontrados neste estudo para o escalão etário correspondente.

No estudo de Mikulic et al (2010), os atletas foram divididos de acordo com a sua idade cronológica e não por escalões, apresentando por isso valores normativos para os 14 e 15 anos. No grupo de 14 anos (n=63), apresentou no pico potência valores médios de  $455 \pm 82$  W e de Potência média gerada de  $406 \pm 75$  W, enquanto o grupo de 15 anos (n=44), pico potência  $567 \pm 99$  W e potência média  $510 \pm 90$  W.

Um estudo de Reichman et al. (2002), onde foi utilizado igualmente este mesmo protocolo, embora com remadoras femininas com média de idades de  $21,3 \pm 3.6$  anos, a potência média foi  $368 \pm 60$  W.

Comparando os resultados da presente amostra, pico potência (524±153W) e Potência média (468,83±122,37W) os valores são bastantes semelhantes com os do estudo feito por Mikulic et al. (2010).

Após análise da correlação bivariada de Spearman do teste de Wingate modificado com a performance, foi encontrada correlações bastante elevadas, Potência média (r=0,920) e Pico Potência (r=0,933) e com diferenças estatisticamente significantes (p <0,01).No estudo de Reichmann et al (2002), a correlação entre o Pico Potência e a performance aos 2000 metros foi também bastante elevada (r=-0,847, p <0.05) assim como para a potência média (r=-0,870, p <0.05).

Em relação a outros parâmetros foi possível concluir que a altura sentado, o comprimento da mão, a massa, o IMC, %EMP e MO também apresentaram alguma ou correlação bastante elevada com os medidores da via anaeróbia.

#### 4.5.2 Indicadores Aeróbios

Como vários estudos indicam a via aeróbia contribui entre 70-86%(Bourdin, Messonnier, Hager, & Lacour, 2004; Hagerman et al., 1978; Messonnier et al., 2005; Russell et al., 1998) da energia produzida no decorrer das regatas de 2000 metros.

Neste estudo foram analisados o consumo máximo de oxigénio, a potência aeróbia máxima, o limiar aeróbio e limiar anaeróbio (ambas as determinações no equivalente em watts e FC).

A tabela 10 apresenta a comparação de vários estudos efectuados com diferentes amostras, quer em quantidade quer na qualidade dos atletas.

**Tabela 10 - Comparação das correlações de vários estudos com o actual**

	<i>PAM</i>	<i>WLa</i>	<i>WLan</i>	<i>VO2MaxABS</i>	<i>VO2MaxRel</i>
(Ingham et al., 2002)	0.95	0.92	0.88	0.88	0.24
(Mäestu et al., 2005)	0.97	-	0.96	0.76	0.13
(Bourdin et al., 2004)	0.92	-	--	0.70	-
(Cosgrove et al., 1999)	-	-	-	0.85	-

Estudo actual	0.854	0.921	0.854	0.939	0.079
---------------	-------	-------	-------	-------	-------

Quando comparadas as correlações do estudo actual com as de estudos anteriores, rapidamente é possível constatar que as variáveis fisiológicas que melhor correlação apresentou com a performance vão ao encontro do que já foi estudado por vários investigadores.

No presente estudo o VO<sub>2</sub>máximo absoluto foi o que apresentou a maior correlação com a performance (r=0,939, p <0.05), seguido do WLa (r=0,921, p <0.05), PAM e WLa (r=0,854, p <0.05) o que indica que apenas a FC no limiar aeróbio e FC no limiar anaeróbio não estão correlacionadas com a performance. A correlação do VO<sub>2</sub>máximo relativo também foi baixa o que se deve essencialmente por ser uma variável composta que inclui a massa corporal dos atletas.

Alguns autores também encontraram que a potência gerada nos 4mmol.l<sup>-1</sup> (Cosgrove et al., 1999; Ingham et al., 2002) está altamente correlacionada com a performance. Neste estudo optámos por utilizar a potência do limiar anaeróbio uma vez que os 4mmol.l<sup>-1</sup> não reflectem na realidade o limiar anaeróbio de cada atleta.

### 4.5.3 Preditores de Performance

De forma a conseguir perceber o valor de cada variável para a performance foi feito uma regressão linear múltipla com as variáveis que apresentaram correlações elevadas (p <0,05). A tabela 11 apresenta o sumário do modelo utilizado com as variáveis que entraram no modelo preditivo.

Tabela 11 - Sumário do modelo de regressão linear múltipla dos preditores de performance

Model Summary <sup>b</sup>									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change
						F Change	df1	df2	
1	,993 <sup>a</sup>	,986	,904	16,896	,986	11,974	12	2	,080

a. Predictors: (Constant), WLa, IMC, IC, CM, MO, %EMP, PP, VO2m\_A, WLa, M, PAM, PM

b. Dependent Variable: W

## Capítulo IV – Apresentação e Discussão de Resultados

Com os watts a representarem a variável dependente para o modelo preditor da performance, o  $R=0,993$  indica a correlação bastante elevada com as variáveis predictoras. O  $R^2=0,986$  indica que cerca de 98% da variância dos Watts é explicada pelas variáveis acima descritas. O  $SEE=16,896$  indica o critério de erro deste modelo.

A tabela 12 indica o valor preditivo de cada variável no modelo utilizado sendo possível obter a seguinte equação para predição da performance:

*Watts(predicted)*

$$= Constant - 2,139 * (CM) - 1,236 * (M) - 1,036 * (IMC) + 24,728 * (IC) - 2,862 * (\%EMP) + 3,045 * (MO) + 0,99 * (PP) + 0,179 * (PM) + 14,681 * (VO2m_A) + 0,200 * (PAM) + 0,589 * (WLa) - 0,013 * (WLAN)$$

**Tabela 12- Valor preditivo de cada variável para a performance**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	-23,458	497,980		-,047	,967	-2166,092	2119,176
CM	-2,139	11,031	-,037	-,194	,864	-49,600	45,322
M	-1,236	1,530	-,295	-,808	,504	-7,817	5,345
IMC	-1,036	3,583	-,058	-,289	,800	-16,453	14,381
IC	24,728	19,393	,186	1,275	,330	-58,713	108,169
%EMP	-2,862	5,051	-,110	-,567	,628	-24,594	18,869
1 MO	3,045	31,207	,035	,098	,931	-131,230	137,320
PP	,099	,285	,277	,346	,762	-1,128	1,325
PM	,179	,523	,401	,342	,765	-2,070	2,428
VO2m_A	14,681	39,929	,161	,368	,748	-157,119	186,481
PAM	,200	,705	,162	,284	,803	-2,833	3,234
WLa	,589	,766	,318	,769	,522	-2,708	3,887
WLAN	-,013	,613	-,007	-,021	,985	-2,649	2,624

a. Dependent Variable: W

Os valores Beta standardizados indicam a relativa influência das variáveis no modelo, sabendo assim que a Potência média é a que tem mais influência ( $\beta=.40$ ), seguido do WLa ( $\beta=.31$ ), Pico Potência ( $\beta=.27$ ), IC ( $\beta=.18$ ) PAM e VO2m\_A ( $\beta=.16$ ), MO ( $\beta=.03$ ) com a direcção da influência a ser positiva, enquanto o WLAN ( $\beta=-.007$ ), CM ( $\beta=-.03$ ), IMC ( $\beta=-.05$ ), %EMP ( $\beta=-.12$ ) e M ( $\beta=-.29$ ) com direcção negativa.



## 5. Capítulo V - Conclusão e Limitações

Neste capítulo apresentaremos as conclusões do estudo, que têm em conta os resultados e respectiva discussão, constantes do capítulo anterior. Após as conclusões, serão também apresentadas algumas limitações assim como algumas recomendações que consideramos relevantes para futuros estudos que gostaríamos de realizar nesta área.

### 5.1 Conclusão

O propósito deste estudo foi de analisar jovens remadores do sexo masculino e compreender quais as variáveis dentro das 3 componentes abordadas (antropometria, maturação e fisiologia) que melhor indicava a performance num teste máximo dentro da distância oficial do escalão.

Os resultados obtidos demonstraram que existem inúmeras relações entre as variáveis analisadas, tanto nas variáveis de cada componente, como com as variáveis entre componentes e estas mesmas com a performance.

Podemos assim concluir o seguinte:

- Os atletas com maior massa são os que apresentam melhores resultados no teste de performance, algo facilmente explicado pelo teste ser realizado no ergómetro e o peso do atleta não acrescentar resistência, o inverso verificado na embarcação;
- O comprimento da mão apresentou correlação com a performance, mostrando que deve ser uma variável a ter em conta;
- Ao contrário da teoria que nos diz que o remo é um sistema mecânico de alavancas em que os membros inferiores são o principal propulsor da embarcação, o comprimento do membro inferior não apresentou correlação com a performance, o que pode ser explicado pelo tamanho da amostra;
- Os atletas com maior idade cronológica e que maturacionalmente estão mais avançados também são os que apresentam melhores resultados, indicando que com a maturação mais avançada, os sistemas energéticos estão mais desenvolvidos;

- O teste modificado de Wingate apresenta correlação bastante elevada com a performance, o que indica que os que geram maior potência no sprint de 30 segundos são também os que maior potência geram no teste de performance;
- Uma vez que o remo é um desporto predominantemente aeróbio, os Watts produzidos no limiar aeróbio e limiar anaeróbio também apresentam correlações bastante elevadas, indicando que quanto mais desenvolvida estiver a via aeróbia melhor o resultado no teste de performance;
- O consumo máximo de oxigénio, apenas o absoluto apresentou elevada correlação com a performance. O relativo não apresenta uma vez que na equação entra a massa corporal do atleta, e como foi visto antes a massa corporal influencia a performance dos atletas;
- Quanto ao valor preditivo de cada variável, o maior destaque vai para o  $VO_2$  máx Absoluto, Watts no Limiar aeróbio ( $2\text{mmol.l}^{-1}$ ) e Potência média no teste de wingate com uma contribuição de 40%, 31% e 27% respectivamente.

### 5.2 Limitações e recomendações

No seguimento do que foi concluído, é de ressaltar as limitações processuais deparadas ao longo da realização do estudo. Pretende-se que, em estudos futuros nesta temática, estas limitações possam ser evitadas, sendo por isso referidas as mais pertinentes do nosso ponto de vista:

- O número reduzido do tamanho da amostra, o que leva a crer que algumas variáveis poderiam apresentar outro tipo de valor quando correlacionados com a performance e até mesmo o valor preditivo das mesmas;
- A inexistência de estudos quer nacionais, quer internacionais com atletas deste escalão em relação à modalidade;
- A pouca familiaridade de alguns atletas com o laboratório, especialmente relativo ao analisador de gases;

Futuras recomendações:

- Testar os atletas de forma mais real possível para a performance, trocar o teste máximo de ergómetro por um teste na água;

## Capítulo V – Conclusões e Limitações

- Adicionar um teste do perfil psicológico dos atletas;



## 6. Bibliografia

- Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). Long-Term Athlete Development: Trainability in Childhood and Adolescence. Windows of Opportunity. Optimal Trainability. *Training*, 1–6. Retrieved from <http://www.athleticsireland.ie/content/wp-content/uploads/2007/03/bayliLTAD2004.pdf>  
[http://pellatrackclub.org/files/www.athleticsireland.ie\\_content\\_wp-content\\_uploads\\_2007\\_03\\_bayliLTAD2004.pdf](http://pellatrackclub.org/files/www.athleticsireland.ie_content_wp-content_uploads_2007_03_bayliLTAD2004.pdf)
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate Anaerobic Test. *Sports Medicine*. doi:10.2165/00007256-198704060-00001
- Baxter-jones, A. D. G., & Helms, P. J. (1996). Effects of Training at a Young Age: A Review of the Training of Young Athletes (TOYA) Study. *Pediatric Exercise Science*, 8, 310–327.
- Bourdin, M., Messonnier, L., Hager, J.-P., & Lacour, J.-R. (2004). Peak power output predicts rowing ergometer performance in elite male rowers. *International Journal of Sports Medicine*, 25, 368–373. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15241717>
- Bourgois, J., Claessens, A. L., Vrijens, J., Philippaerts, R., Renterghem, B. Van, Thomis, M., ... Lefevre, J. (2000). Anthropometric characteristics of elite male junior rowers, 213–217.
- Cosgrove, M. J., Wilson, J., Watt, D., & Grant, S. F. (1999). *The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test*. *Journal of Sports Sciences* (Vol. 17, pp. 845–852). Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10585164>
- Ford, P., De Ste Croix, M., Lloyd, R., Meyers, R., Moosavi, M., Oliver, J., ... Williams, C. (2011). The long-term athlete development model: physiological evidence and application. *Journal of Sports Sciences*, 29, 389–402. doi:10.1080/02640414.2010.536849
- Franchini, E. (2002). TESTE ANAERÓBIO DE WINGATE : CONCEITOS E APLICAÇÃO. *Revista Mackenzie de Educação Física E Esporte*, 1, 11–27. doi:10.1016/j.jaci.2004.12.016
- Hagerman, F. C., Connors, M. C., Gault, J. A., Hagerman, G. R., & Polinski, W. J. (1978). Energy expenditure during simulated rowing. *Journal of Applied Physiology*, 45, 87–93. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/670038>
- Ingham, S. A., Whyte, G. P., Jones, K., & Nevill, A. M. (2002). Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 243–246.

- Izquierdo-Gabarren, M., Expósito, R. G. D. T., de Villarreal, E. S. S., & Izquierdo, M. (2010). Physiological factors to predict on traditional rowing performance. *European Journal of Applied Physiology*, *108*(1), 83–92. doi:10.1007/s00421-009-1186-3
- Klasnja, A., Barak, O., Popadic-Gacesa, J., Drapsin, M., Knezevic, A., & Grujic, N. (2010). Analysis of anaerobic capacity in rowers using Wingate test on cycle and rowing ergometer. *Medicinski Pregled*, *63*(9-10), 620–623. doi:10.2298/MPNS1010620K
- Kramer, J. F., Leger, A., Paterson, D. H., & Morrow, A. (1994). Rowing performance and selected descriptive, field, and laboratory variables. *Canadian Journal of Applied Physiology Revue Canadienne de Physiologie Appliquee*, *19*, 174–184.
- Mäestu, J., Jürimäe, J., Jürimäe, T., & Jiirimäe, T. (2005). Monitoring of Performance and Training in Rowing. *Sports Medicine Auckland NZ*, *35*(7), 597–618. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=16026173&site=ehost-live>
- Mahler, D. A., Nelson, W. N., & Hagerman, F. C. (1984). Mechanical and physiological evaluation of exercise performance in elite national rowers. *Jama The Journal Of The American Medical Association*, *252*, 496–499.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity. Growth, Maturation and Physical Performance* (pp. 1–17).
- McArdle WD, Katch KI, K. V. (2009). Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance. In *7th Edition* (p. Chapter 21).
- McArthur, J. (1997). *High performance in rowing*. Crowood Press.
- Messonnier, L., Aranda-Berthouze, S. E., Bourdin, M., Bredel, Y., & Lacour, J.-R. (2005). Rowing performance and estimated training load. *International Journal of Sports Medicine*, *26*, 376–382.
- Mikulic, P. (2008). Anthropometric and Physiological Profiles Of Rowers of Varying Ages and Ranks, *40*, 80–88.
- Mikulic, P., Emersic, D., & Markovic, G. (2010). Reliability and discriminative ability of a modified Wingate rowing test in 12- to 18-year-old rowers. *Journal of Sports Sciences*, *28*(13), 1409–14. doi:10.1080/02640414.2010.513012
- Newell, J., Higgins, D., Madden, N., Cruickshank, J., Einbeck, J., McMillan, K., & McDonald, R. (2007). Software for calculating blood lactate endurance markers. *Journal of Sports Sciences*, *25*, 1403–1409. doi:10.1080/02640410601128922
- Riechman, S. E., Zoeller, R. F., Balasekaran, G., Goss, F. L., & Robertson, R. J. (2002). Prediction of 2000 m indoor rowing performance using a 30 s sprint and maximal oxygen uptake, (1986).

- Russell, A. P., Le Rossignol, P. F., & Sparrow, W. A. (1998). Prediction of elite schoolboy 2000m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *Journal of Sports Sciences*, *16*, 749–754.
- Santos, J. (2009). *Potência Aeróbia e Parâmetros Ecocardiográficos em Jovens Hoquistas Masculinos – Efeitos do Tamanho Corporal, Idade Óssea e Treino*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.
- Shephard, R. J. (1998). Science and medicine of rowing: A review. *Journal of Sports Sciences*. doi:10.1080/026404198366416
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology; an International Record of Research*, *60*, 709–723.
- Steinacker, J. M. (1993). Physiological aspects of training in rowing. *International Journal of Sports Medicine*, *14 Suppl 1*, S3–S10.
- Steinacker, J. M., Lormes, W., Lehmann, M., & Altenburg, D. (1998). Training of rowers before world championships. *Medicine Science in Sports Exercise*, *30*, 1158–1163.
- TANNER, J. M. (1963). THE REGULATION OF HUMAN GROWTH. *Child Development*, *34*, 817–847. doi:10.2307/1126530
- Vermulst, L. J., Vervoorn, C., Boelens-Quist, A. M., Koppeschaar, H. P., Erich, W. B., Thijssen, J. H., & de Vries, W. R. (1991). Analysis of seasonal training volume and working capacity in elite female rowers. *International Journal of Sports Medicine*, *12*, 567–572. doi:10.1055/s-2007-1024735