

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Todo o trabalho realizado teve como pilares o estudo do comportamento do sistema imunitário, mais concretamente do parâmetro da sIgA, como resposta ao exercício de nado aeróbio intervalado. Tentando seguir uma linha de investigação que teve início em anos transactos, mas procurando sempre dar um passo mais além do que já tinha sido feito, determinou-se que a investigação tentaria monitorizar seis momentos distintos antes e depois do exercício, procurando assim estudar a cinética da sIgA.

A pertinência desta investigação justifica-se num primeiro momento, porque pretende fornecer novas informações relativas ao liame imunidade e exercício físico. Pretende ainda desenvolver os estudos na área da natação, visto ser uma modalidade fechada, e por vezes de difícil acesso à investigação dada a especificidade do meio onde se realiza, no entanto é também uma modalidade que permite a monitorização das variáveis de treino como a recolha das amostras. Mais concretamente, e para além do estudo do comportamento da sIgA pretendíamos verificar a presença de um período onde os níveis deste parâmetro são mais baixos e o sistema imunitário parece sofrer uma depressão da sua actividade. Este facto leva a um período de debilitação do sistema imunitário onde a susceptibilidade a agentes agressores aumenta, sendo mais fácil contrair Infecções do Tracto Respiratório Superior.

Com estes dados, os treinadores e atletas serão conscientes que no período pós-treino os atletas deverão salvaguardar-se de ambientes favoráveis à exposição a agentes infecciosos.

O trabalho estruturou-se da seguinte forma: inicialmente serão apresentados alguns estudos já realizados na área do exercício e imunidade de forma a contextualizar a área de investigação. De seguida será apresentado o desenho experimental do estudo, onde constará a amostra (doze nadadores do sexo masculino, de nível competitivo nacional) e a caracterização de todas as acções desenvolvidas, entre elas a recolha dos dados (seis amostras de saliva por indivíduo, micro amostras de sangue, frequência cardíaca e percepção de esforço), esses dados serão posteriormente apresentados e discutidos. Por fim, serão referidas as conclusões alcançadas, bem como apresentadas algumas sugestões e recomendações para futuros estudos nesta área.



## CAPÍTULO II - REVISÃO DA LITERATURA

### 1. Sistema Imunitário

Dentro do campo das ciências a Imunologia é aquela que estuda as defesas fisiológicas e os mecanismos que o organismo possui para assegurar a sua defesa contra os agentes patológicos e outras substâncias estranhas (Vanser, Sherman & Luciano, 1998).

Podemos definir Imunidade como o conjunto de processos fisiológicos que o organismo possui, como a função de reconhecer, resistir e repelir a quase totalidade de microorganismos susceptíveis de causar lesões nos tecidos ou órgãos (Guyton, 1983; Guyton & Hall, 1997).

O mundo onde o ser humano se encontra inserido expõe-o constantemente a agressões dos mais diversos agentes patológicos, entre eles bactérias, vírus, fungos, parasitas, etc.

Como resposta a estas agressões e de forma a manter a sua homeostasia, o organismo desenvolveu um complexo sistema de defesa, que consegue salvaguardar a integridade física do indivíduo, designada por Sistema Imunitário (Guyton & Hall, 1997). Este sistema actua por fases, onde primeiro identifica o agente estranho, segundo desencadeia uma resposta com o objectivo de neutralizar e eliminar o invasor - sequência conhecida por resposta imunológica ou imunitária (Ibars et al.1992, citado em Dowling, 2003).

Smith (1997) refere que o sistema imunitário é constituído por um conjunto de órgãos, células, hormonas e imunomoduladores, que se localizam na medula óssea, nos tecidos linfáticos e na circulação periférica.

#### 1.1 Tipos de Imunidade

A resposta imunitária pode ser classificada segundo duas categorias: a *imunidade inata* ou não específica e a *imunidade adquirida* ou específica (Fox, 1996; Vander, Sherman & Luciano, 1998).

A *imunidade inata*, é considerado o primeiro sistema de defesa e tem como particularidade não necessitar de uma exposição anterior a um determinado organismo para o recolher e eliminar, por outro lado é um tipo de imunidade que não melhora com as exposições prévias e repetidas. (Guyton & Hall 1997).

Segundo Seeley et al. (1997), este tipo de imunidade actua através de quatro mecanismos:

☑ *Barreiras Mecânicas*: a pele, o suor, as glândulas sebáceas, os pelos nasais e micróbios presentes na pele, são consideradas barreiras mecânicas, estando estas em contacto com o exterior. São a primeira defesa do organismo contra os agentes agressores impedindo a sua entrada ou removendo-os da superfície corporal.

☑ *Barreiras Químicas*: este tipo de imunidade é levado a cabo pelas células do próprio sistema. A sua acção pode ocorrer por interacção directa com os microorganismos, da qual são responsáveis as secreções gástricas, o sebo e o muco, através do desenvolvimento de um meio hostil à proliferação de microorganismos. No caso da acção ser indirecta, esta é concretizada através da activação de mecanismos que levam à eliminação dos mesmos. São exemplo desta acção as histaminas, as quininas e as protoglandinas, que promovem a inflamação, por meio da vasodilatação, o aumento da permeabilidade vascular, atracção dos leucócitos e a estimulação da fagocitose (Mackinnon, 1992).

☑ *Inflamação*: sempre que ocorre uma infecção ou lesão o organismo responde através da inflamação, isolando o agente agressor até à sua destruição. Entram nesta resposta todas as células com características de fagocitose – neutrófilos, monócitos e macrófagos.

Vander e tal (1994), indicam como sequência de acontecimentos do processo inflamatório:

- 1º invasão dos tecidos pelo agente patológico;
- 2º vasodilatação , com aumento do fluxo sanguíneo;
- 3º aumento da permeabilidade dos capilares, permitindo a difusão de proteínas e fluidos que originam o inchaço;
- 4º saída de fagócitos dos vasos para o fluido intersticial da zona afectada;
- 5º destruição do agente invasor por fagocitose;
- 6º reparação das lesões teciduais.

☑ *Células Imunitárias*: realizada por fagócitos e células “*natural killer*”, caracteriza-se pela capacidade dessas mesmas células, reconhecerem e eliminarem corpos estranhos sem ter existido um contacto prévio.

O organismo possui também a habilidade de desenvolver uma imunidade contra agentes invasores (bactérias, vírus, toxinas) conhecida por *imunidade adquirida*, onde o sistema cria anticorpos e linfócitos que atacam e destroem agentes específicos. Esta capacidade aperfeiçoa-se com o decorrer das exposições ao mesmo antigénio, uma vez que este passa a ser reconhecido pelo organismo (Guyton & Hall, 1997).

Esta resposta actua segundo dois processos:

☑ *Imunidade Humoral*: caracterizada pelo desenvolvimento de anticorpos com capacidade de atacar agentes patológicos, e que se deslocam pela corrente sanguínea.

☑ *Imunidade Celular*: descrita pela produção de linfócitos activados especificamente para eliminar um determinado invasor.

## 1.2. Componentes Celulares do Sistema Imunitário

As células responsáveis pela resposta imunitária são conhecidas por glóbulos brancos ou leucócitos, que constituem a unidade móvel do sistema de protecção (Guyton, 1997). Todas as células imunitárias têm origem numa célula comum na medula óssea – tronco pluripotencial hemotoipoético, indo depois para a corrente sanguínea e daí para todo o organismo (Mackinnon, 1992).

Desta célula-tronco derivam três linhagens que irão dar origem a células específicas.

☑ *Células imunitárias Mielóides* – Granulócitos.

☑ *Células imunitárias Linfóides* – Linfócitos T e Linfócitos B, que constituem a base da imunidade adquirida.

☑ *Anticorpos ou Imunoglobulinas* - são glicoproteínas, constituídos por duas cadeias polipeptídicas pesadas e duas cadeias polipeptídicas leves, unidas entre si. Existem cinco tipos diferentes de imunoglobulinas determinadas pela sequência de aminoácidos e com funções específicas.

A tabela II.1 resume as características das principais células do sistema imunitário, sendo uma compilação de vários autores:

**Tabela II.1: Caracterização das Células do Sistema Imunitário.** Origem, descrição e funções. (Compilação de vários autores)

CÉLULAS DO SISTEMA IMUNITÁRIO		ORIGEM E PERCENTAGEM	CARACTERIZAÇÃO
<b>Granulócitos</b>	Monócitos	<input checked="" type="checkbox"/> Medula Óssea <input checked="" type="checkbox"/> 5% do total de leucócitos	- Fraca capacidade fagocítica; - Curto período de vida; - Capacidade de se deslocarem para os tecidos e se transformarem em macrófagos.
	Macrófagos	<input checked="" type="checkbox"/> Medula Óssea <input checked="" type="checkbox"/> Derivam dos monócitos, na passagem do sangue para os tecidos.	- Realizam fagocitose e eliminação intracelular; - Eliminação extracelular via secreção de elementos químicos tóxicos; - Processamento e apresentação de antígenos aos linfócitos T auxiliares; - Segregação de citocinas envolvidas na inflamação, activação e diferenciação de células T auxiliares; - Intervenção nas respostas sistémicas às infecções ou lesões.
	Neutrófilos	<input checked="" type="checkbox"/> Medula Óssea <input checked="" type="checkbox"/> 50-60% do total de leucócitos	- Primeira linha de defesa do organismo; - Funções de fagocitose e mediador na inflamação; - Capacidade de sobreviver em ambientes anaeróbios;
	Basófilos	<input checked="" type="checkbox"/> Medula Óssea <input checked="" type="checkbox"/> 0,5-1% do total de leucócitos	- Presentes nas reacções alérgicas do organismo; - Induzem a inflamação, por intermédio de mediadores químicos;
	Eosinófilos	<input checked="" type="checkbox"/> Medula Óssea <input checked="" type="checkbox"/> 1-3% do total de leucócitos	- Fraca capacidade fagocítica; - Especialistas na actuação contra infecções provocados por parasitas; - Libertam substância que reduzem a inflamação; - Participam em reacções de hipersensibilidade imediatas.
<b>Linfócitos</b>	Células T	<input checked="" type="checkbox"/> Medula Óssea (maturação no Timo) <input checked="" type="checkbox"/> 20-30% do total de leucócitos	- Responsáveis pela imunidade celular; - Ao entrarem em contacto com o antígeno, originam células T de memória, conseguindo assim que o sistema imunitário responda de forma rápida e eficaz em contactos prévios com o mesmo antígeno. - Subdivide-se em: células T auxiliares, células T citotóxicas e células T supressoras;
	Células B	<input checked="" type="checkbox"/> Medula Óssea <input checked="" type="checkbox"/> 20-30% do total de leucócitos	- Responsáveis pela imunidade humoral (anticorpos); - Ao serem activados diferenciam-se em Plasmócitos e células B de memória; - Capacidade de memorizar antígenos através de contactos anteriores;

	Natural Killer	<input checked="" type="checkbox"/> Sangue e Linfa <input checked="" type="checkbox"/> 5-10% do total de leucócitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De grandes dimensões, com grânulos citoplasmático;</li> <li>- Funcionam como células assassinas;</li> <li>- Ligam-se directamente e de forma não específica a células cancerígenas e infectadas por vírus e eliminam-nas.</li> <li>- Capacidade de iniciar processos de defesa por intermédio da libertação de secreções tóxicas, sem a necessidade de uma contacto prévio com o agressor.</li> </ul>
Imunoglobulinas	IgA	15% no plasma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Predominante nas secreções (saliva, lágrimas, leite materno, mucosa dos sistemas gastrointestinal, respiratório, genitourinário);</li> <li>- Protege o organismo de invasões virais por meio das mucosas.</li> </ul>
	IgD	0,2% no plasma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encontra-se na superfície dos linfócitos B como antigénio;</li> </ul>
	IgE	0,002 no plasma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimula a reacção inflamatória;</li> <li>- Envolvida na reacção alérgica;</li> <li>- Importante na imunidade contra parasitas;</li> </ul>
	IgG	80-85% no plasma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Activa o sistema complemento e aumenta a fagocitose;</li> <li>- Identifica microorganismos para aglutinação ou destruição;</li> <li>- Atravessa a barreira plaquetária;</li> <li>- Fornece imunidade ao recém-nascido;</li> </ul>
	IgM	5-10% no plasma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretada durante a primeira resposta imunitária;</li> <li>- Aumenta a resposta humoral específica em conjunto contra bactérias e vírus;</li> <li>- Activa o sistema complemento e aumenta a fagocitose;</li> <li>- Identifica microorganismos para aglutinação ou destruição;</li> <li>- Encontra-se na superfície dos linfócitos B como antigénio;</li> </ul>

(compilação de várias fontes)

Mas a complexa máquina da imunidade envolve ainda outros factores, denominados factores solúveis, que participam na activação das células imunitárias, na mediação química entre as diferentes células, na neutralização ou destruição de agentes estranhos e na regulação da resposta imunitária. (Mackinnon, 1992).

Os mais importantes destes factores solúveis são as *citoquinas* polipeptídeos, que se encontram envolvidas na comunicação entre as células linfóides (Hamblin, 1988; Cohen, 1990; citados Mackinnon, 1992). Promovendo a estimulação e crescimento das células imunitárias, assim como a activação das suas funções. Existem quatro classes de citoquinas, diferenciação feita com base nas suas origem e funções, as quais constam na Tabela II.2.

**Tabela II.2: Diferenciação das Citoquinas.** Origem, descrição e funções (compilação de vários autores)

CITOQUINAS		ORIGEM	DESCRIÇÃO / FUNÇÕES IMUNITÁRIAS
CLASSE	SUB-CLASSE		
Interleucinas (IL)	<b>IL-1</b>	Monócitos Macrófagos	- Induz a febre e promove a inflamação - Aumentam a produção de IL-2, nas células TH. - Aumentam a produção de outras citoquinas. - Estimulam a diferenciação e proliferação das células B. - Activa neutrófilos e estimula a actividade citotóxica das células NK.
	<b>IL-2</b>	Células TH e NK	- Aumenta a expressão de IL-2 nas células T e B. - Estimula a libertação de outras citoquinas. - Estimula a actividade citotóxica das células NK. - Promove a proliferação das células B e T.
	<b>IL-3</b>	Células TH	Estimula a diferenciação de granulócitos e monócitos.
	<b>IL-4</b>	Células TH	- Promove o crescimento de células T e a diferenciação de células B.
	<b>IL-5</b>	Células TH	Estimula o crescimento de plasmócitos. - Participa na diferenciação dos eosinófilos.
	<b>IL-6</b>	Macrófagos, Células TH, Fibroblastos	- Ajuda na activação e diferenciação de linfócitos B. - Estimula a secreção de anti-corpos. - Participa na inflamação
	<b>IL-7, IL-8, IL-9, IL-10, IL-11, IL-12</b>	Apesar de serem identificadas no ser humano, não foram caracterizadas	
Interferons (IF)	<b>IFN <math>\alpha</math> IFN <math>\beta</math></b>	Células infectadas por vírus	- Activam os macrófagos e as células NK; - Estimula a apresentação antigénica.
	<b>IFN<math>\gamma</math></b>	Células TH e NK	- Activa os monócitos e macrófagos, células NK, Tc e B.
Factores de Necrose Tumoral (TNF)	<b>TNF <math>\alpha</math></b>	Monócitos, células B, T e NK	- Actividade citotóxica contra as células tumorais. - Actividade anti-viral e - Promotora da inflamação.
	<b>TNF <math>\beta</math></b>	Células T	- Actividade citotóxica contra as células tumorais
Factores de Crescimento (CSF)	<b>CSF-GM</b>	Células T	- Estimula a diferenciação de granulócitos e macrófagos.
	<b>CSF-G</b>	Monócitos Macrófagos	- Estimula a diferenciação de granulócitos.
	<b>CSF-M</b>	Monócitos Fibroblastos	- Estimula a diferenciação de macrófagos

(Adaptado de Mackinnon, 1992; Vander, Sherman, Luciano 1994)

Outro factor solúvel é o *complemento*, que caracteriza um conjunto de 20 proteínas que participam na resposta do sistema imunitário e assistem as células deste sistema. A sua importância é extrema, assim como a sua eficácia, uma vez que

participam na destruição das células infectadas, na estimulação da fagocitose e na apresentação de antigénio. (Mackinnon, 1992; Guyton et al 1997).

Por último as *proteínas de fase aguda*, que são um conjunto de proteínas segregadas no fígado e que participam nos processos de infecção e inflamação, sendo activadas por algumas citoquinas (Vander, 1994). De forma mais concreta promovem a migração de leucócitos para os locais de infecção, activam o sistema complemento e estimulam a fagocitose (Mackinnon, 1992).

### 1.2.1 Imunoglobulina A (IgA)

Presente nos fluidos mucosos, tem um importante papel na defesa do organismo contra micro organismos causador de infecções do tracto respiratório superior (Tomasi & Plaut, citado em Mackinnon, 1992; Roitt & Delves, 2001).

É uma proteína que actua sobre a ligação dos vírus às superfícies epiteliais neutralizando directamente a partir das células epiteliais, uma vez que se prende às lâminas da própria mucosa e contribui para a excreção, afastando-se do epitélio adjacente ao lúmen.

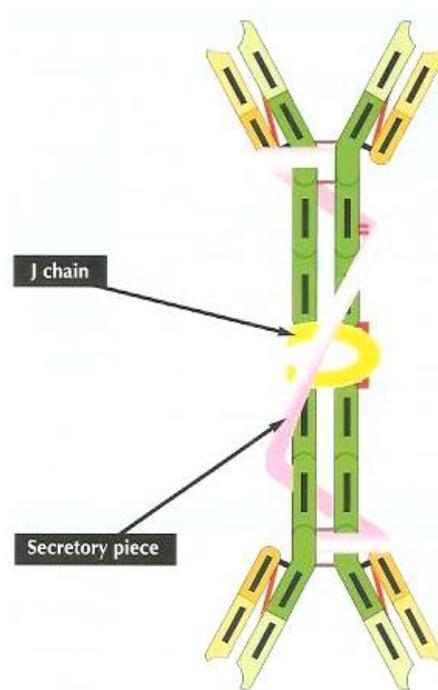
É um tipo de anticorpo que actua na primeira linha de defesa após a proliferação dos agentes agressores que invadem o organismo através das superfícies corporais, recorrendo à exclusão, neutralização e eliminação dos agentes patológicos (Roitt & Delves, 2001).

Em várias investigações, a IgA é apontada como um bom indicador para a verificação das infecções do tracto respiratório superior em atletas (Mackinnon & Jeckins, 1993; Roitt & Delves, 2001; Pune et al., e Shephard,; Dimitrinou, Sharp & Doherty, 2002; citados em Dowling, 2003).

Mas apesar de muitos estudos apontarem para a mesma linha de pensamento, surgem por vezes resultados bastante contraditórios. Neste sentido Reilly et al., Tharp et al, citados em Dimitrinou (2002) sugerem que as variações registadas em alguns estudos se podem dever ao momento do dia em que as amostras são recolhidas. Assim são indicados como factores que podem condicionar os resultados obtidos os ciclos circadianos dos valores de IgA. Alguns estudos verificaram que a secreção de IgA salivar apresenta um valor mínimo na parte da manhã (Passali et al., citados em Dimitrinou et al, 2002). Outro estudo realizado pelos mesmos autores já mencionados e

realizado com nadadores indicou uma variação significativa na taxa de secreção salivar de IgA antes do exercício, no período das 6:00 horas da manhã e as 18:00 horas da tarde, concluindo que existe uma diminuição matinal da IgA e da sua taxa de secreção enquanto que à tarde os níveis atingem o seu máximo, sugerindo que esta é a melhor altura do dia para se treinar.

Os autores apontam para a possibilidade de que o simples facto das sessões de treino serem realizadas da parte da manhã, pode provocar variações no sistema imunitário e aumentar a susceptibilidade às infecções.



**Figura II.1** Estrutura da Imunoglobulina A salivar (Roitt & Delves, 2001)

## 2. Exercício Físico e Sistema Imunitário

Com o evoluir dos tempos a forma de ver a prática de exercício físico foi-se modificando, mas continua a ser considerada “uma faca de dois gumes”. O exercício físico caracteriza-se como um estímulo fisiológico perturbador da homeostasia do organismo, aportando assim benefícios e sendo visto como promotor de bem-estar

físico, psíquico e social, mas por outra óptica pode ser entendido como um factor perturbador desse mesmo equilíbrio e promover riscos e malefícios para a saúde.

A relação exercício físico/imunidade tem sido alvo de vários estudos, mas a sua ligação mantém-se algo misteriosa, daí que as dúvidas persistam e as respostas sejam pouco esclarecedoras. Entre os vários factores que têm sido apontados como diferenciadores da resposta imunitária, como por exemplo, a idade e o sexo, os estados psicológicos dos indivíduos ou as condições ambientais; a maioria dos estudos aponta como variáveis dependentes a duração, a intensidade e o tipo de exercício físico (Mazzeo, 1994; Leandro et al., 2002).

Assim autores como Nieman (1994), Sharp & Koutedakis (1992), citados por Jonsdottir & Hoffmann (2000), sustentam a ideia que os atletas apresentam maior susceptibilidade a contrair infecções que o resto da população, sendo os períodos de treino intenso e competição os de maior risco. Outras abordagens indicam que as situações de treino com intensidades elevadas e duração prolongada propiciam o aumento das infecções, por oposição ao exercício moderado que diminui o risco de desenvolvimento de doenças (Mackinnon, 1992; Ibars e tal 1992; Nieman, 1994; Wilmore & Costil, 1994).

Foram também caracterizadas situações em que a acumulação de exercício associada a períodos de repouso insuficientes, promovem os estados de sobretreino e a diminuição do rendimento, aumento da fadiga, de lesões, perturbação psicológica, incapacidade de recuperação originando a depressão do sistema imunitário (Weiniech, 1997).

## **2.1. Efeitos do Exercício Físico sobre os diferentes componentes celulares do Sistema Imunitário**

A influência que a prática de exercício físico exerce sobre o sistema imunitário e as suas células reflecte-se nas variações numéricas (que se manifesta no recrutamento de células) e na funcionalidade das mesmas, mas será importante salientar que as alterações não atingem todos os constituintes com a mesma magnitude, estando dependentes do grau de susceptibilidade de cada célula.

## **Leucócitos**

Em consequência do exercício verifica-se um aumento dos leucócitos no sangue – leucocitose, na ordem dos 50 a 100%. Este comportamento durante e após a realização de exercício, assume valores mais altos ou baixos consoante a intensidade e duração (sendo este o mais determinante) da actividade. (McCarthy et al., 1990; Ibars et al. 1992; Mackinnon, 1992, 2000).

Com o **exercício físico agudo** (intenso e prolongado) o número de leucócitos circulantes pode aumentar até quatro vezes, relativamente aos níveis de repouso, podendo ainda registar-se um aumento várias horas após o final da actividade. Este aumento deve-se ao decréscimo dos neutrófilos e linfócitos. No entanto as alterações são passageiras uma vez que voltam aos níveis normais horas depois, podendo pontualmente, ultrapassar esses valores (Mackinnon, 2000).

Para o **exercício físico crónico** (longa duração) as alterações registadas têm um carácter provisório, voltando aos níveis basais entre 12 a 24 horas após o exercício. Será importante referir que em casos de treinos muito prolongados e com períodos de descanso insuficientes os níveis de leucócitos podem decrescer a níveis muito baixos (Mackinnon, 2000).

Se nos referirmos às alterações das funcionalidades das células, os estudos indicam a activação dos neutrófilos, proliferação linfocitária, actividade citotóxica das células NK, o nível do complexo monócitos/macrófagos e ainda a activação da IgA (Mackinnon, 2000).

## **Monócitos/ Macrófagos**

Está documentado que o exercício físico provoca um acréscimo do número de monócitos circulantes – monocitose, e que a sua duração pode manter-se até algumas horas após o exercício terminar, mas retoma então os seus valores basais. (Ibars, 1992; Woods & Davis, 1994; Eliakim et al., 1997).

Sherpard (1998) acrescentou ainda que o incremento do número de células se poderia dever a uma necessidade de eliminação dos resíduos resultantes dos microtraumatismos musculares que a actividade física provoca. O mesmo autor indica que as alterações são mais notórias com exercício vigoroso, máximo, sub-máximo e prolongado, se comparado com intensidades mais baixas.

As alterações nas funcionalidades das células irão repercutir-se em outras funções do sistema imunitário, onde estas células estão envolvidas.

Mas existem também estudos que indicam que o exercício nem sempre eleva a função dos macrófagos (Mackinnon, 1992). Assim como os estudos levados a cabo por Woods, Ceddia, Korak & Wolters (1997), citados por Mackinnon (2000), onde se constatou que a prática de exercício físico exaustivo conduzia à supressão dos receptores envolvidos na apresentação dos antigénios.

### **Granulócitos**

A granulocitose, caracteriza o aumento do número de granulócitos, que neste caso é motivada pelo exercício físico. Os estudos realizados indicam que este aumento só tem significado em indivíduos sedentários, quando estes realizam exercício moderado ou intenso; e que em atletas treinados este só é significativo em provas de grande resistência (maratona) (Ibars et al., 1992, Mackinnon, 1992).

Os **neutrófilos** sofrem alterações em função do grau de intensidade e duração do exercício. Mackinnon (2000) refere que após exercício moderado, a actividade das células não sofre alterações significativas. Verificando-se o oposto com exercício físico intenso e prolongado, onde as funções como migração, activação, degradação e fagocitose são estimuladas. Esta reacção é mais significativa em indivíduos não treinados do que em atletas. No entanto o mesmo auto documentou que a diminuição de funcionalidade destas células como resposta ao exercício físico intenso e prolongado.

Nieman et al. (1995) e Shephar (1998) referiram que os **basófilos** aumentam o seu número com actividade física de curta duração e elevada intensidade, mas o exercício aeróbio não promove quaisquer alterações.

Quanto aos **eosinófilos** Gabriel et al. (1994) indicam que com o exercício estas células são rapidamente mobilizadas, sendo as primeiras. Mas desaparecem da circulação com o prolongar da actividade física, tendo também sido indicado que os eosinófilos tendem a diminuir com o exercício de resistência (McCarthy & Dale, 1988).

### **Linfócitos**

À semelhança do que acontece com as outras células do sistema imunitário, o exercício físico também provoca o aumento da concentração de linfócitos no sangue – linfocitose, que segundo Mackinnon (1992), ocorre durante e imediatamente após o exercício. A quantidade de linfócitos circulantes é proporcional à intensidade e duração do exercício, mas está ainda dependente da aptidão física de cada sujeito. Pelo que

alguns estudos indicam que a linfocitose é inferior em atletas, quando comparados com indivíduos não atletas, o que levou os autores da investigação a concluírem que os indivíduos treinados necessitam menos linfócitos para desencadarem a resposta imunitária (Ibars et al. (1992).

Em estudos posteriores (Mackinnon, 2000) verificou-se que durante as primeiras horas após o exercício o número de linfócitos é demasiado baixo, produzindo uma situação de imunodepressão temporária, o que tem implicações na resposta imunitária do indivíduo, tornando-o mais susceptível às infecções.

Nos estudos que se debruçaram sobre as células Natural Killer (dado estarem envolvidas na resposta primária à infecção viral e por desempenharem um importante papel no combate a tumores), apurou-se que as células NK sofrem profundas alterações com o exercício físico, sendo essas alterações no seu número e actividade e com tal intensidade que muitos autores chegam a afirmar que são as células que mais se vêm afectadas pelo exercício.

Os estudos realizados apontam que com exercício físico moderado os valores de NK aumenta a sua actividade citotóxica, mas o retorno aos níveis basais é mais rápida. Enquanto que com exercício físico intenso o aumento registado pode ser até três vezes superior aos valores normais, pelo que o retrocesso aos níveis originais demore até seis horas, o que leva a uma diminuição na susceptibilidade à doença e infecção (Mackinnon, 2000). No entanto algumas dúvidas quanto às causas destas alterações mantêm-se, não se sabendo ao certo que combinações de variáveis são responsáveis pelas modificações registadas.

Por outro lado um estudo recente de Gleeson (2004b) com nadadores de elite, durante cinco meses de treino, onde se pretendia determinar as alterações dos linfócitos T com exercício intenso, com recolha de dados depois de um período de descanso durante um pico de grande intensidade e outro no período de taper pré-competitivo, não permitiu averbar alterações significativas, o que levou a autora a concluir que as funções dos linfócitos T nas respostas na imunidade medida por células não é comprometida com treino intenso em atletas de elite.

### **Factores Solúveis**

As citoquinas são os factores solúveis mais estudados. Assim a literatura indica que com cargas moderadas as alterações nas citoquinas não são muito notórias. O mesmo não seapura com o exercício intenso e prolongado, onde os seus níveis

assumem valores muito elevados (Mackinnon, 1997, 2000). Estas alterações mantêm-se por várias horas após o exercício. Estes valores são obtidos em análises ao plasma e urina, no entanto a sua verdadeira causa é desconhecida, uma vez que as citocinas são produzidas por muitas células e não exclusivamente pelos leucócitos (Mackinnon, 2000).

### **Imunoglobulinas**

Dos cinco tipos de imunoglobulinas identificadas na literatura, as relacionadas com o exercício físico são a IgA e a IgG sendo as mais estudadas.

Mackinnon (2000) referiu que as imunoglobulinas apresentam poucas ou nenhuma alteração com o exercício físico moderado e agudo. No entanto com exercício intenso as concentrações de Ig apresentam uma redução na circulação e na mucosa. Outros estudos realizados com atletas de diversas modalidades onde se constatou uma diminuição progressiva dos níveis de Ig durante um período de três meses de treino intenso (Mackinnon, 1997). Em outras investigações e com nadadores de elite foram observados níveis de IgA e IgG abaixo dos valores clinicamente aceitáveis (Glesson, McDonald, Crips, Pyne, Clancy & Fricker, 1995, citado por Mackinnon, 2000).

### **Exercício Moderado versus Exercício Intenso**

#### **Exercício Moderado**

Em situação de exercício moderado, com uma intensidade inferior a 60% do  $VO_2$  máx, os *neutrófilos* sofrem um aumento do recrutamento e da sua capacidade de destruição, os *macrófagos* são estimulados. Os *linfócitos* sofrem um aumento da concentração no decorrer do recrutamento para os compartimentos vasculares, sendo a leucocitose na ordem dos 50 a 100% com posterior diminuição entre os 30 a 50 % em período de recuperação (duas horas após exercício e entre três e seis horas). As *imunoglobulinas* não sofrem alterações nas concentrações salivares (Mackinnon, 1992).

#### **Exercício Intenso**

Em situações com intensidades acima dos 65% do  $VO_2$  máx, as funções dos *neutrófilos* diminuem após o exercício, os *macrófagos* são estimulados, embora em exercícios muito intensos e de curta duração ocorra uma diminuição da sua actividade.

Os *linfócitos* apresentam o mesmo comportamento que com exercício moderado, verifica-se também o aumento das *células NK* na circulação e alterações nas suas funções. A IgA diminui a sua concentração salivar associada a um aumento da ITRS (Mackinnon, 1992).

## **2.2 Exercício Físico, Sistema Imunitário e Risco de Infecções do Tracto Respiratório Superior**

Segundo diversos autores (Mackinnon, 1992; Nieman, 1993; Pirmary & Bury, 1996; Seeley et al., 1997; O’Kane, 2002), as ITRS são definidas como as doenças infecciosas ou obstrutivas das vias aéreas superiores – região oral e nasal. As suas formas mais comuns são as constipações, faringites, amigdalites, gripes e sinusites. Infecções muito comuns em atletas de desportos de resistência.

Mackinnon (1992) levantou algumas hipóteses quanto à grande incidência deste tipo de infecções em atletas, a referir:

- Aumento da frequência e do volume ventilatório durante a realização de exercício físico intenso e prolongado, alterando a superfície das mucosas do tracto respiratório e a capacidade imunitária (por exemplo a qualidade dos anticorpos segregados);
- Fragilização da função imunitária aos agentes patogénicos, por exposição diária e acumulada de exercício físico intenso;
- Depleção das reservas que mantêm a funcionalidade do sistema imunitário (exemplo: vitamina C e glutamina).
- Alteração dos níveis de hormonas imunomoduladoras na circulação, por acumulação de factores stressantes (exigências físicas e psicológicas do treino e competição).

Vários estudos foram relatados com o intuito de ilustrar a relação entre ITRS e a prática de exercício físico. Assim as investigações apontam como variáveis determinantes para a aquisição de infecções a susceptibilidade/exposição de cada indivíduo ao vírus e da intensidade de treino (O’Kane, 2002).

Apesar de poucos, alguns estudos defendem que o exercício moderado diminui esse risco, uma vez que num grupo de mulheres obesas que realizaram actividade física com caminhada durante quinze semanas, cinco vezes por semana durante 45 minutos, experimentaram menos sintomas de ITRS em relação ao grupo controlo (Nieman, Nehlsen-Cannarella, Markoff et al., 1990).

Anos depois, Nieman (1993) revela que o exercício quando prescrito dentro das normas do “American College of Sports Medicine” – ACSM, promove um decréscimo nas taxas de infecção dos indivíduos activos quando comparados com indivíduos sedentários, voltando a confirmar os resultados anteriormente alcançados. Outros estudos realizados por O’Kane (2002) apontam na mesma direcção.

A outra vertente verificou que o exercício intenso, o treino e a competição podem aumentar a susceptibilidade de ocorrência de ITRS (Brenner et al., 1994; Heath et al., 1991; Nieman, 1990).

Segundo Nieman et al. (1990), Heath, Macera & Nieman (1991) citados em Mackinnon (2000), a incidência de ITRS pode ser duas a quatro vezes superior nos corredores de fundo, quando em comparação com corredores de distâncias mais curtas e volumes inferiores. Um estudo realizado com maratonistas que treinavam mais de 96 Km por semana, e que participavam na Maratona de Los Angeles, concluiu que os indivíduos que participaram registavam sintomas de ITRS seis vezes superior ao grupo controlo que não participou na maratona.

Outros estudos indicam que indivíduos com anomalias relacionadas com a IgA encontram-se mais susceptíveis à incidência de doença, principalmente do tipo ITRS. Mas este facto não assume valores tão elevados se se registar uma compensação através do aumento da IgD, IgM e IgG (Glesson, 2000).

Foi também observado que num período de quatro semanas de treino intenso a percentagem de nadadores de competição com sintomas de ITRS foi de 42% (Mackinnon & Hooper, 1996, citados em Mackinnon, 2000).

Estudos realizados muito recentemente, com jogadores de futebol de elite durante um estágio de cinco dias com treinos intensos, registaram uma descida significativa da concentração de células T e B que influenciaram a capacidade de reacção do sistema imunitário assim como a resistência às infecções. Quando comparados os valores três semanas antes e depois do estágio o registo de atletas com sintomas de ITRS aumento seis vezes (Malm, C.; Ekblom, Ö; Ekblom B., 2004).

Apesar dos níveis de exercício físico que influenciam o sistema imunitário e o risco de infecção serem ainda desconhecidos, para a alta competição o interesse nesta área recai sobre a identificação de formas de minimizar os efeitos negativos do exercício físico intenso sobre a capacidade imunológica de cada um, mantendo níveis óptimos de performance em competição.

Assim a literatura indica vários factores que influenciam esta relação, autores como Shepard (1999), Mackinnon (2000) e Saputo & Faas (s.d.), indicam os seguintes factores:

- Exposição ao vírus (contacto com pessoas infectadas e locais fechados);
- A nutrição (a má nutrição debilita o sistema imunitário);
- Influências ambientais (pessoas que praticam actividade física estão menos expostas a ambientes de stress);
- Estilo de vida saudável (que é a base da construção de um sistema imunitário saudável);

Outros estudos indicam que os suplementos de hidratos de carbono, vitamina C e glutamina, conseguem reduzir parcialmente a imunodepressão associada ao treino intenso (O’Kane, 2002).

Outro factor que influencia a susceptibilidade às infecções é o envolvimento aquático. Gordon (2001) debruçou-se sobre esta temática e indicou que dadas as características do meio (humidade de temperatura), e as condições de higiene sanitária inerentes às piscinas, e que nem sempre são respeitadas, são um factor que facilita a propensão a contrair infecções. Este risco de infecção deve-se ao facto da mucosa e a pele manifestaram menor resistência em situações de imersão prolongadas e atrito com a água. Assim como à manutenção da qualidade da água, sendo a desinfecção a etapa mais importante para a garantia microbiológica da água, uma vez que esta reúne condições propícias ao desenvolvimento de microorganismos, fungos ou bactérias. Algumas das doenças mais comuns transmitidas por microorganismos presentes em meio aquoso são as do tracto respiratório superior (amigdalites, faringites e traqueíte).

### **2.2.1 Modelos Explicativos da Relação entre Exercício e ITRS**

Os autores que, quer apoiam a teoria que o exercício físico moderado estimula a função imunitária, quer o exercício físico intenso e prolongado o debilita, encontram suporte em diversos modelos explicativos.

#### **Modelo da Curva em J**

A relação entre o exercício físico e as ITRS pode ser explicada pelo modelo denominado “Curva em J” apresentada por Nieman (1994), citado por Mackinnon (2000). O modelo sugere que o risco de contrair ITRS é menor em níveis de exercício moderado, comparativamente a estilos de vida sedentário, uma vez que existe uma melhoria na vigilância imunitária, no entanto o risco aumenta para níveis de exercício intensos.

Assim de acordo com este modelo encontram-se as investigações que indicam que atletas que praticam exercício físico com intensidade elevadas, têm um maior tendência para contrair infecções, que os indivíduos sedentários, devido à supressão de algumas partes do sistema imunitário, que pode manter-se até semanas após o exercício (Sherpard, 1999; Nieman, 2000). Mas também os estudos de McArdle et al. (1996) encontram suporte neste modelo, uma vez que a prática de actividade física moderada permite o desenvolvimento de uma protecção contra as infecções, quando comparamos os resultados com os de indivíduos com estilos de vida sedentários. No entanto as verdadeiras razões ainda não são totalmente conhecidas.

#### **Modelo da “Janela Aberta”**

A hipótese da “Janela Aberta” adiantada por Mackinnon (1997), tem como base o princípio que após o exercício intenso o atleta está mais susceptível a contrair infecções, uma vez que se define um período de vulnerabilidade imunológica, ou seja, imunodepressão que possibilita a entrada de agentes invasores no organismo.

Seguindo uma linha de pensamentos idêntica, Pederson (2000) indica que o exercício intenso provoca uma estimulação inicial que desencadeia uma imunodepressão. Em épocas de sobre-treino se a uma situação de treino intenso se associar uma exposição a agentes patológicos, propicia-se a interrupção do processo de recuperação do organismo e debilitação do sistema imunitário.

Estudos muito recentes realizados por Beshgetoor, D; Arrvues, S; McGuire, K. (2004) voltam a confirmar a teoria da “Janela aberta”.

### **Modelo Neuroendócrino**

Segundo Smith & Weideman, 1990, citados em Mackinnon, 1997), este modelo assenta nos princípios fisiológicos, que regem a libertação de hormonas imunomoduladoras que regulam a sua estimulação e/ou supressão consoante a intensidade do exercício. Assim o exercício moderado desencadeia a libertação de hormonas inuomestimuladoras (por exemplo: hormona de crescimento) (La Perriere et al., 1994). Mas quando os níveis, considerados normais, são ultrapassados são activadas, pelo hipotálamo, hormonas imunossupressoras (por exemplo: ACTH).

### **2.3 Resposta da Imunoglobulina A salivar ao Exercício Físico**

Partindo dos estudos realizados, que procuram esclarecer as ligações entre o exercício físico e o sistema imunitário, destacam-se os que se relacionam com a IgA, uma vez que esta é entendida como um dos principais factores que determinam o nível de susceptibilidade as infecções (Mackinnon & Jeckins, 1993; Roitt & Delves, 2001; Pune et al., & Shephard 2002; Dimitrinou, Sharp & Doherty, 2002; citados em Dowling, 2003), defendendo-se que as deficiências na secreção de IgA estão associadas às ITRS tanto na população em geral como em atletas de elite.

Segundo Mackinnon (2000) as concentrações de IgA salivar não expressam qualquer alteração ao exercício agudo ou moderado, mas que longos períodos de treino intenso provocam reduções nos níveis de IgA, mas algumas horas após o exercício estes retomam os valores normais.

Apesar dos mecanismos responsáveis pela diminuição da IgA são serem de todo conhecidos aponta-se para que o resultado seja fruto de uma combinação de stress físico e psicológico, não se sabendo com exactidão como o exercício lesa a função imunitária.

Mackinnon (1997) ao estudar a imunidade em atletas referiu que as concentrações de IgA parecem aumentar durante as competições em atletas de elite e não atletas. Que a ratio de concentração de IgA e a secreção diminui depois do exercício intenso e prolongado e do treino com intervalos. A investigação realizada com nadadores durante quatro meses de treino assinalou um decréscimo gradual na concentração de IgA nos períodos de descanso e pós-exercício, à medida que a intensidade do treino aumentava. Essa diminuição da concentração da IgA relaciona-se com o aparecimento de ITRS em atletas.

Em outros estudos fora, encontramos os casos onde se cruzaram os efeitos do exercício aeróbio moderado, as técnicas de relaxação e a secreção de IgA, verificando-se que a concentração de IgA não varia após este tipo de exercício, mas que a concentração absoluta a taxa de secreção aumentam durante o relaxamento, conseguindo-se concluir que a taxa de secreção da IgA é uma medida mais apropriada que a relativa às proteínas, tanto em situação de exercício como de relaxamento. Este estudo permitiu ainda sugerir o relaxamento para contrariar o efeito negativo do exercício nos níveis de IgA salivar (Reid, Drummond & Mackinnon, 2001).

Em estudos anteriores realizados por Gleeson, McDonald, Pyne, Cripps, Francis, Fricker, Clancy (1999), os níveis de IgA salivar de nadadores de elite e do grupo controlo mostravam uma correlação invertida, quanto ao número de infecções; sendo ainda de referir que o nível de IgA dos nadadores era 4,1% mais baixa a cada mês de treino e 5,8% mais baixa a cada infecção. Concluindo que a medição dos níveis de IgA salivar após as sessões de treino podem prever o risco de infecção nos atletas.

Alguns dos autores acima mencionados no mesmo ano realizaram outro estudo, onde relacionaram a concentração de IgA com a incidência de ITRS e a performance em competição, com nadadores de elite durante a preparação para os “Commonwealth Games” de 1998. Os dados conseguidos não indicaram alterações significativas na imunoglobulina salivar entre Maio e Agosto ou qualquer diferença entre os nadadores

considerados saudáveis ou que, pelo menos uma vez, tinham manifestado sintomas de doença; assim como não houve diferenças significativas na performance dos nadadores.

Uma análise mais aprofundada das variações da IgA salivar durante o período de treino mostra um decréscimo ao longo dos sete meses de treino.

Em 2002, Walsh, Bishop, Blackwell, Werzbicki & Montagne, realizaram um estudo com ciclistas onde procuraram esclarecer o efeito dos períodos prolongados de exercício em condições climáticas frias, nos níveis de IgA. Tendo em atenção o momento do dia em que as amostras foram recolhidas alcançaram os resultados: o nível de fluxo salivar diminuiu em 31% após o exercício e regressa aos níveis basais após 2 horas. Que os níveis de fluxo salivar após exercício eram de 39 e 22% respectivamente para o grupo de controlo e o grupo experimental, o que pode ser entendido como o reflexo do aumento da concentração de IgA após o exercício controlo. Os autores concluíram que os períodos de treino prolongado promovem a redução dos níveis de IgA salivar segregada, e que as condições climáticas frias não alteram os níveis de fluxo salivar ou os níveis de segregação IgA.

Os estudos mais recentes realizados com indivíduos idosos, onde se realizava treino de resistência durante 60 minutos e exercício moderado durante 60 minutos num período de doze semanas. Os resultados mostraram que tanto a concentração, como a taxa de secreção de IgA salivar aumentam significativamente nas doze semanas de treino, levando os investigadores a concluir que o exercício moderado eleva as funções imunitárias (Akimoto, et al., 2003).

### **3. Caracterização do Exercício Físico**

O exercício físico pode ser definido como o acto motor sistematicamente repetido cuja “essência assenta na realização de movimentos de diferentes segmentos do corpo, executados simultaneamente ou sucessivamente coordenados e organizados numa estrutura segundo um determinado objectivo a atingir. Cada movimento ou exercício, no seu conjunto, deve ter entre outras especificidades a duração, intensidade, amplitude, velocidade, ritmo e tempo de execução (Teodoresco, 1987; citado por Alves, F. 1996)

E o treino o que é? Partindo da definição de Ozolín (1983), citado por Navarro et al. (1990), o treino é um processo de adaptação do organismo a cargas funcionais crescentes, a grandes exigências na manifestação da força, da velocidade, da resistência, da flexibilidade, da coordenação dos movimentos e da habilidade, a elevados esforços volitivos e tensões psíquicas e ainda outras condicionantes da actividade desportiva.

#### **3.1 Caracterização da Natação**

Considerada uma modalidade individual, a natação, divide-se em várias “categorias” em função das distâncias a percorrer e do estilo em que é nadado. Mas independentemente destes factores o verdadeiro objectivo prende-se com a capacidade de percorrer uma determinado distância no menor tempo possível com uma certa velocidade.

A natação desportiva é caracterizada como uma modalidade de resistência predominantemente aeróbia, ou seja, dependente da capacidade que o atleta possui para suportar uma actividade física de longa duração em condições aeróbias e sem a presença de mecanismos indicadores de fadiga, como é a acidose metabólica devida à acumulação de ácido láctico (Pereira, 1994).

Por definição a natação é uma modalidade de resistência, não só pelo tipo de competições reconhecidas oficialmente (uma vez que cada prova dependentemente da sua duração e da intensidade reclama um tipo diferente de sistema de produção de energia), como pelo tipo de treinos implementados (caracterizados pela grande densidade de trabalho e a junção do trabalho dentro e fora de água), quer ainda pelas particularidades do nadador de alto rendimento (que independentemente da

especialidade de cada um, todos os nadadores apresentam elevados valores de potência e capacidade aeróbias) (Pereira, 1994; Alves, 2000).

### 3.2 Vias Energéticas associadas ao exercício de nado

No entanto o programa competitivo da modalidade é diverso exigindo assim a participação dos diversos sistemas de produção de energia.

A capacidade que o organismo possui para transformação energia é conhecida por reações metabólicas, e pode-se dividir em dois tipos: as *anabolizantes* que necessitam de energia para acontecerem, uma vez que envolvem a decomposição de moléculas complexas como são o glicogénio, lípidos ou proteínas, e as *catabólicas* que libertam energia por meio da degradação de moléculas complexas em mais simples (Costill & Wilmore, 1994; Fox, 1996; Powers & Howley, 1997). Ambas produzem energia sob a forma de ATP (Adenosina Trifosfato) (Barata, 1997).

O exercício requer um fornecimento constante de ATP, em quantidades ilimitadas, uma vez que é impossível para o organismo ter tais quantidades de energia armazenada existem vias metabólicas com a capacidade de sintetizarem rapidamente ATP. Essas três vias são: *via anaeróbia aláctica* (sistema fosfagénico), que transforma PC (fosfocreatina) em ATP; a *via anaeróbia láctica* (sistema glicolítico), que obtém energia pela decomposição de glicose ou glicogénio; e a *via aeróbia* (sistema oxidativo), que necessita a presença de oxigénio para obter energia.

Na *via anaeróbia aláctica* a energia resulta da metabolização da fosfocreatina (PC) existente nos músculos, este via utiliza os recursos disponíveis no organismo até um total de 60% das reservas. É utilizada em esforços com duração até 4 a 5 segundos (Mackinnon, 2003) e nos primeiros momentos de esforços intensos ou explosivos (Gastin, 2001).

Uma vez esgotadas as reservas de PC o organismo recorre então a outro substrato – os carboidratos. Esta via denomina-se *anaeróbia aláctica* ou *glicolítica* e ocorre sem a presença de oxigénio. O glicogénio encontra-se no organismo em sobre a forma de reservas nos músculos, onde é transformado em glicose. Desta transformação resulta a formação de piruvato e de iões de hidrogénio (H<sup>+</sup>). No caso de se verificar a presença de oxigénio os produtos são metabolizados, caso contrário dá-se a formação de

ácido láctico, que surge como a principal causa do aparecimento da fadiga em esforços com duração superior a 20 segundos (Maglisho, 2003).

Se o esforço desenvolvido obriga a que se continue a fornecer energia aos músculos o organismo procura agora as gorduras existentes. Para que esta reacção possa ocorrer é necessária a presença de oxigénio no músculo. Este processo de obtenção de energia é mais lento, uma vez que é necessário a degradação dos ácidos gordos e do glicerol (Maglisho, 2003). No entanto esta via não produz produtos finais que provoquem fadiga e de uma só molécula de gordura é possível obter mais moléculas de ATP que de uma molécula de glicose (Maglisho, 2003). O factor limitador da *via aeróbia* é a quantidade de oxigénio transportada pelo sangue, até ao músculo (Gastin, 2001).

As três vias não existem separadamente, sendo que o seu contributo é sequencial e de forma sobreposta, de acordo com as exigências do exercício (Gastin, 2001). O mesmo autor refere que entre o primeiro e o segundo minuto de realização de um esforço a contribuição das vias é igual. Nos seus estudos verificou que mesmo em sprints de 6 segundos, as três vias energéticas estão presentes e que com o aumento do número de séries de sprints de 6 segundos, aumenta a contribuição da via aeróbia (Gastin, 2001).

A tabela II.3 apresenta as principais características de cada via:

**Tabela II.3: Sistemas de produção de ATP.** (Fox, 1996)

SISTEMAS	COMBUSTÍVEL QUÍMICO	O <sub>2</sub> NECESSÁRIO	VELOCIDADE	PRODUÇÃO DE ATP	POTÊNCIA MÁX ATP
Anaeróbio Sistema ATP-PC	Fosfacreatina	Não	Imediata	Pouca Limitada	3,6 mol/min
Anaeróbio Sistema de ácido láctico	Glicogénio (glicose)	Não	Rápida	Pouca Limitada	1,6 mol/min
Aeróbia Sistema oxidativo	Glicogénio. Gorduras, proteínas	Sim	Lenta	Muita Ilimitada	1,1 mol/min

Procurando uma aproximação à natação a tabela II.4 apresentada as distribuições aproximadas da solicitação metabólica para as diferentes distâncias de competição.

**Tabela II.4:** Distribuições aproximadas da solicitação metabólica para as diferentes distâncias de competição em Natação Pura Desportiva

Distâncias (m)	Duração	Solicitação Metabólica		
		% Anaeróbia Aláctica	% Anaeróbia Láctica	% Aeróbia
50	< 35''	20-50	10-30	10-20
100	35'' – 2'	30-60	20-40	20-30
200		15-30	35-45	35-55
400	>3'	8-15	15-25	60-75
800		5-8	6-12	80-90
1500		1-3	5-10	88-94

(Troup, 1990; Navarro, 1990; Maglischo, 1993; citado por Alves, 2000)

Maglischo (2003) estimou a contribuição das diferentes vias, para um exercício de nado aeróbio sendo que para este tipo de exercício se realizado à máxima intensidade possível, existe uma elevada contribuição da via aeróbia, uma contribuição ligeira da via anaeróbia láctica e uma contribuição negligenciável da via anaeróbia aláctica.

É através do treino que se consegue o aperfeiçoamento das capacidades fundamentais requeridas durante a competição, daí que o treino seja preparado em função do tipo de competição e do tipo de solicitação metabólica associada à prova. As diferentes zonas de treino são caracterizadas com base na frequência cardíaca, níveis de lactato no sangue (lactatémia), percentagem de VO<sub>2</sub> máx e a velocidade de execução.

**Tabela II .5: Caracterização das Zonas de Treino.** Frequência cardíaca, Lactatémia, Percentagem VO<sub>2</sub> max

ZONAS DE TREINO		FREQUÊNCIA CARDIACA	LACTATÉMIA (mmol.l. <sup>-1</sup> )	% VO <sub>2</sub> MAX	VELOCIDADE
<b>Aeróbio</b>	Aeróbio Ligeiro – A1	120-150	2-3	50-80	Baixa
	Aeróbio Moderado – A2	150-180	3,5 – 4,5	80-90	Média
	Aeróbio Intenso – A3	>180	4,5 - 10	>90	Média Alta
<b>Anaeróbio láctico</b>	Tolerância láctica -TL	Máxima	> 6	+/- 90	Alta sub-máxima
	Máxima Produção láctica -MPL	Máxima	> 10	+/- 95	Alta sub-máxima
<b>Anaeróbio aláctico</b>	Velocidade	Sub-máxima	2-3	+/- 95	Máxima

(Adaptado de Navarro, 2001; Maglischo, 2003)

O treino aeróbio tem como objectivo melhorar a capacidade aeróbia, permitindo ao atleta nadar mais rápido, com menos contributo dos processos anaeróbios atrasando a acumulação do ácido láctico e a acidose sobretudo através da eficácia dos sistemas de remoção de lactato. A sua importância está associada à melhoria dos mecanismos aeróbios de produção de energia para provas de 100 metros e mais longas, proporcionando a manutenção da maior velocidade possível na parte intermédia das provas evitando a instalação precoce da fadiga (Maglischo, 2003).

Com o evoluir da natação surgiram vários métodos de treino cada vez mais adaptados à natação e que permitem um trabalho mais coerente tanto a nível pedagógico como científico. Assim os métodos de treino podem ser classificados segundo duas perspectivas:

- Método contínuo (uniforme ou variado);
- Metido por intervalos (pausa completa – repetições ou pausa incompleta – intervalado).
- De acordo com os objectivos e as zonas de treino pretendidas, assim são as variações da dinâmica da carga, duração das tarefas, volume total, intervalos de repouso e intensidade de nado.

### **3.3 Nado Intervalado**

Este método de treino caracteriza-se por exercícios onde o organismo é submetido a períodos curtos, regulares e repetidos de trabalho com períodos de repouso adequados. É utilizado quer nas modalidades acíclicas como nas cíclicas para desenvolver a resistência específica, fundamentalmente durante os períodos preparatórios específicos e competitivos dos planeamentos anuais.

As séries de treino intervalado são aconselhadas para a melhoria da capacidade e potência aeróbia e anaeróbia (Olbrecht, 2000). No entanto as séries variam dependentemente do regime de treino, ou seja, serão definidos e diferenciados os parâmetros de descanso, volume e intensidade, procurando sempre focar as vias metabólicas que se pretendem trabalhar.

Pode ser dividido em:

- Pausa incompleta – intervalado
- Pausa completa – repetições

### **Intervalado**

Caracteriza-se por intervalos com pausas incompletas, com período de repouso que não permitem a recuperação completa dos parâmetros cardio-circulatórios e ventilatórios.

Vantagens do método por intervalos:

Este método permite que se alcance um volume maior de trabalho, em simultâneo com uma maior intensidade (pode ser 2,5 vezes superior que com método contínuo).

Em algumas modalidades o tipo de esforço intermitente é o que mais se aproxima da estimulação típica da competição.

Pode ser utilizado para recrutar especificamente as fibras de contracção rápida.

Ganhos no  $\text{VO}_2$  máximo são idênticos com os de método contínuo;

É um método que pode desenvolver de um modo mais selectivo a capacidade do músculo extrair  $\text{O}_2$  e provocar níveis baixos de lactatémia durante o esforço submáximo.

Quando o intervalo de esforço e a pausa são curtos, a utilização de glicogénio pode ser inibida e a utilização de ácidos gordos favorecida. (citado por Alves, in Metodologia do Treino Desportivo, 1996).

Na área da natação foram os investigadores Gerschler e Reindell que desenvolveram este método de treino, obtendo resultados com o atleta Emil Zatopek. Os bons resultados obtidos eram de tal forma incontestáveis que este foi adoptado em grande escala, assim como as inovações que permitia tanto a nível do aperfeiçoamento técnico como no controlo das cargas, sendo disso exemplo a grande evolução nas marcas dos últimos 25 anos (Pereira, 1994).

#### **4. A percepção subjectiva do esforço – RPE (Escala de Percepção de Esforço)**

A capacidade para avaliar a intensidade das percepções é uma característica do ser humano e que se encontra dependente da informação fornecida pelos órgãos dos sentidos. Com o tempo e a vivência de diversas situações o homem aprende a diferenciar as sensações e a conseguir exterioriza-las através da linguagem (G. Borg and E. Borg, 2001).

No que se refere à realização de um esforço as sensações vividas prendem-se com a alteração que os parâmetros fisiológicos durante a realização do exercício, assim o individuo com base na sua experiência e da sensação subjectiva do momento avalia a sua capacidade de continuar a responder mantendo os níveis de rendimento. (Morgan, citado em Rama, 1997).

Relativamente às sensações vividas na realização do esforço físico, Borg (2000) referiu que o esforço percebido materializa a forma como a tensão física realizada sobre os músculos esqueléticos é sentida.

O mesmo autor elaborou vários meios para expressar os índices de esforço percebido (RPE), como por exemplo, a escala RPE de Borg. Com esta escala, Borg pretendeu reflectir a relação entre o esforço percepcionado e o ritmo cardíaco. Esta escala é a mais utilizada para os testes de esforço percebido e as suas classificações crescem linearmente com a intensidade do exercício,  $VO_2$  e frequência cardíaca (Borg, 2000). No ano de 1982 esta escala, foi adaptada para uma nova de 10 pontos, denominada CR10 de Borg.

A escala CR10 de Borg é uma escala geralmente utilizada para a medição da intensidade da maioria das percepções sensoriais, experiências e sentimentos. Através de vários estudos, Borg verificou uma estreita relação entre a utilização da nova escala e os valores do lactato sanguíneo e muscular (Borg, 2000).

No que se refere à natação, o autor Olbrecht (2000), referiu que os nadadores normalmente percepcionam as séries de desenvolvimento da capacidade aeróbia como “fáceis”.



## CAPÍTULO III – METODOLOGIA

O capítulo da Metodologia reúne em si a descrição dos diferentes protocolos utilizados nas diferentes fases do estudo.

Inicialmente será apresentada uma caracterização da amostra, sendo referidos parâmetros relativos à caracterização e nível técnico dos atletas. De seguida são apresentados os métodos e procedimentos da recolha dos dados. Por último será referido o procedimento estatístico utilizado no tratamento dos dados.

No que respeita ao registo a eventual ocorrência de episódios de ITRS durante os dias de recolha de dados foi obtida, inquirindo directamente os sujeitos da amostra.

### 1. Amostra

A realização deste estudo contou com a colaboração de 12 atletas do sexo masculino, pertencentes a dois clubes de natação de Coimbra, os quais praticam Natação Pura Desportiva de Alto Rendimento, na mesma piscina.

A sua caracterização foi feita com base em dados relativos a medidas antropométricas, das quais destacamos: altura, massa corporal, envergadura, somatório das pregas de gordura subcutânea (tricipital, subescapular, suprailíaca, abdominal, crural e geminal), sendo esta última uma variável proposta por Carter e Ackland (1994) para a valorização desta dimensão. Foram ainda recolhidas dados relativo ao diâmetro bicôndilo-umeral e bicôndilo-femural, e o perímetro braquial e geminal, de forma a determinar o perfil do somatótipo da amostra.

Para a recolha destes dados foram utilizados os seguintes instrumentos: fita métrica, balança, adipómetro e antropómetro, tendo sido respeitados os protocolos de recolha de medidas antropométricas indicados por Sobral e Silva (2000).

Para a determinação da idade dos atletas seguimos as linhas de Healy et al (1981), no que respeita ao cálculo da idade decimal dos indivíduos.

Foi também feita uma listagem de dados relacionados com o treino e a competição de forma a traçar um perfil mais completo dos atletas.

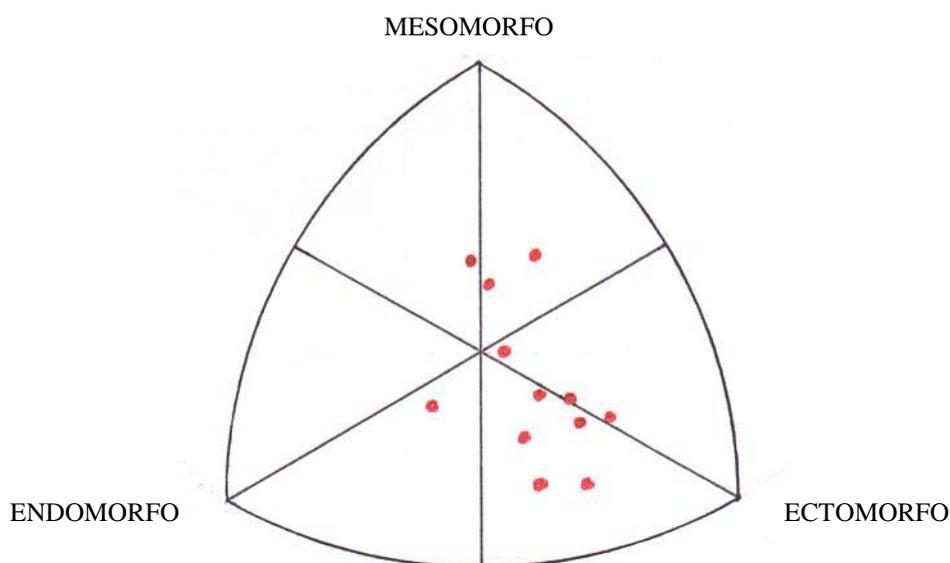
Assim a nossa amostra tem como principais características:

**Tabela III.1: Caracterização Antropométrica (IPS) – Estatística Descritiva:** mínimos, máximos, média e desvio padrão da Altura, Altura Sentado, Envergadura, Massa Corporal, Somatório Pregas Índice Massa Corporal Perfil Somatotipo

	Mínimo	Máximo	Média	Dp
Altura (cm)	164,50	191,60	177,11	7,17
Altura sentado (cm)	84,00	95,10	90,87	3,20
Envergadura (cm)	171,00	194,00	182,17	8,54
Massa Corporal (Kg)	55,20	79,60	66,45	7,17
∑ Pregas (mm)	32,00	69,00	47,25	10,36
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	18,90	23,60	21,17	1,65

No que respeita as medidas antropométricas verificamos que os indivíduos apresentam valores de altura, altura sentado e envergadura, abaixo da média de nadadores portugueses de elite do sexo masculino (Rama, 2004). No que concerne o Índice de Massa Corporal ( $IMC = \text{peso} / \text{altura}^2$ ) de  $21,18 \pm 1,65 \text{ Kg/m}^2$ , os valores apresentam-se inferiores aos reportados por Kavouras (2003), citado em Matos (2004), para nadadores de elite mundial ( $24,2 \pm 2,0 \text{ Kg./m}^2$ ). Relativamente à soma das pregas, os resultados apresentam-se com uma dispersão algo elevada ( $dp=10,36$ ), traduzido num coeficiente de variação elevado (21,9%).

No que respeita ao somatótipo a amostra apresenta a seguinte distribuição, apresentado no somatograma:



**Figura III.1** Distribuição dos somatótipos da amostra (Adaptado de Sobral & Silva, 1997).

Um estudo mais aprofundado no que refere ao perfil Somatótipo da amostra permitiu identificar cinco atletas que encaixam no perfil *Ectomorfo Equilibrado* que se caracteriza pela linearidade, onde os diâmetros e as circunferências são as medidas predominantes. Existem dois atletas que encaixam no perfil *Mesomorfo Equilibrado*, com um grau de desenvolvimento musculoesquelético relativo, onde as medidas torácicas predominam sobre as abdominais dando um aspecto massivo e enérgico. Apenas um atleta se caracteriza como *Endomorfo Equilibrado*, sendo que o desenvolvimento da adiposidade seja visível. Os restantes atletas apresentam um perfil de *Endoectomorfismo* (1), com *Mesoectomorfismo* (2), sendo que apenas um se caracteriza como Mesomorfo-Ectomorfo.

Relativamente à caracterização do treino a amostra apresenta os seguintes parâmetros:

**Tabela III.2 Nível Técnico (IPS) – Estatística Descritiva: mínimos, máximos, média e desvio padrão da Anos de Treino, Volume de nado/ano e Prova Mais Pontuada.**

	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Dp</b>
<b>Idade Decimal (anos)</b>	15,33	18,64	17,03	,891
<b>Anos de Treino (anos)</b>	5	9	7,08	1,16
<b>Volume de nado/ano (Km)</b>	1400	1500	1450	70,71
<b>Prova Mais Pontuada *</b>	585	760	674,08	51,47

\* Pontuação das Provas obtida a partir da “International Point Score SC 2004”

A análise estatística descritiva permite verificar que a amostra apresenta uma idade decimal de  $17,03 \pm 0,891$  anos, sendo que o atleta mais novo tem 15,33 anos e o mais velho 18,64.

Este grupo de atletas apresenta uma de  $7,08 \pm 1,16$  anos de treino, o que pressupõe experiência a nível competitivo. Quanto ao volume de treino anual este ronda os 1450 Km. Durante a semana de aplicação do protocolo experimental os atletas nadaram em média 37525 metros, que traduz um volume médio de carga semanal superior à média semanal prevista para a presente época.

## 2. Métodos e Procedimentos

### 2.1 Projecto Experimental

Os atletas foram informados sobre todos os procedimentos a serem tomados durante o projecto.

Antes do início do trabalho de campo, foi-lhes igualmente entregue um termo de consentimento (consultar anexo 1), a ser assinado pelos indivíduos, ou pelos Encarregados de Educação no caso dos atletas serem menores, aceitando a participação no estudo, o qual esta de acordo com as normas relativas aos trabalhos científico, sobre a alçada do Centro de Estudos Biocinéticos da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

O teste foi realizado em entre as 18:00 horas e as 21:00 horas de forma a não violar os pressupostos das variações dos Ciclo Circadianos da IgA salivar (Dimitriou et al, 2002, Gleeson et al., citada por Walsh et al, 2001).

Antes do inicio do protocolo os atletas foram informados de alguns situações a ter em atenção de forma a respeitar os critérios de viabilidade dos dados recolhidos, nomeadamente a nível da recolha das amostras de saliva (que será explicitada mais à frente e se encontra em anexo), assim como a nível técnico, onde os treinadores deram indicações sobre a que velocidade deveria ser realizado o nado, em função do teste de velocidade máxima ( $v_{15}$ ), obtida a partir da realização de um percurso de 15 metros a uma velocidade máxima.

Durante a recolha de dados relativos à tarefa de nado, foram registados os tempos de cada série e a FG que permitirá a caracterização do padrão técnico utilizado. O Índice de nado (medida da eficiência da técnica de nado), com base na formula apresentada por (Costill et al. 1985).

$$In = \left( \frac{Vn^2}{Fg} \right) \times 60$$

Equação onde, In é o índice de nado, Vn é a velocidade de nado ( $m.s^{-1}$ ) e Fg, a frequência gestual ( $c.min.^{-1}$ ).

## 2.2 Teste de Nado

Foram estabelecidas as seguintes tarefas de treino para a realização do aquecimento, o qual procurou estar o mais completo possível assim como contextualizado com a tarefa e o treino.

**Tabela III.3** Tarefa de aquecimento que precedeu o protocolo experimental.

*600 N (75 Crol. 25 Estilo) + 300 Crol (50 Normal. 25 Técnico. 50 Normal. 25 Rápido)*  
*200 pés Estilo s/ prancha + 6 x 50 pés Crol cd 1'10''*  
*300 braços Crol (50 Alongar . 25 Progressivo)*  
*4 x 50 Crol Técnica Normal cd 1' (1 Vel Partida . 2 Vel Virgem . 1 Vel Nado)*  
*100 suave*

O teste de nado intermitente caracterizou-se por uma série aeróbia de 5 x 400 metros com um período de descanso de 45 segundos entre cada série, com um regime aeróbio ligeira (A2), com uma intensidade a rondar os 75% da sua velocidade máxima, com pulso de 140-160 pulsações por minuto. A situação de nado foi realizada na técnica de crol e concorda com o proposto por Navarro (2001) e Maglisho (2003), para tarefas com o objectivo enunciado.

Todas estas indicações foram dada aos atletas para que estes pudessem controlar a sua prestação, uma vez que são atletas experientes e sabem adequar a ajustar as suas capacidades ao tipo de esforço pedido.

No final de cada repetição procedia-se à medição da frequência cardíaca, por meio do cardiófrequencímetro POLAR® S810. A recolha de sangue, para determinação do lactato, através do LactatoPro ® e a percepção do esforço segundo a escala CR-10 de Borg (Borg, 2004) ocorreu imediatamente após o final do teste.

## 2.3 Recolha de Saliva

Antes do início do protocolo foram dadas indicações aos indivíduos, no sentido de que não bebesses água, mastigassem pastilhas, ou rebuçados, e não escovassem os dentes 1 hora antes da realização dos testes.

O protocolo de salivação (ver anexo 2) foi explicado e entregue a cada atleta de forma a respeitar a viabilidade das recolhas.

A recolha da saliva foi feita para uma Salivette SARSTEDT Portugal, similar a um tubo de ensaio, mas que tem no seu interior um cordão de poliéster que foi

mastigado e salivado e onde a saliva foi conservada até a sua centrifugação em laboratório.

O tempo de salivação adoptado seguiu a literatura encontrada (Laing et al, 2005; Walsh, 2002), tendo sido controlado durante dois minutos, para que posteriormente se pudesse determinar a taxa de secreção salivar.

As recolhas de saliva, para a determinação dos níveis de IgA salivar foram recolhidas em seis momentos diferentes a mencionar:

- Momento 1: antes da realização das tarefas de aquecimento
- Momento 2: 15 minutos depois da realização da prova de nado
- Momento 3: 1h 30m depois da prova de nado
- Momento 4: 2h 30m depois da prova de nado
- Momento 5: na manhã seguinte ao acordar
- Momento 6: 24h depois do teste (antes do treino)

A taxa de secreção salivar é determinada a partir da seguinte equação (Dimitriou et al., 2002):

$$IgA_{sr} = \frac{[IgA] \times V_{sal}}{t}$$

onde  $IgA_{sr}$  é a taxa de secreção salivar por minuto ( $mg \cdot min^{-1}$ ),  $[IgA]$  é a concentração da IgA ( $mg \cdot dl^{-1}$ ),  $V_{salv}$  é o volume total de saliva obtido (ml) e o  $t$ , o tempo de salivação (min).

A determinação dos níveis de IgA salivar foi realizada em laboratório por nefelometria através do aparelho BN2 Analyser, Dade Behring, USA.

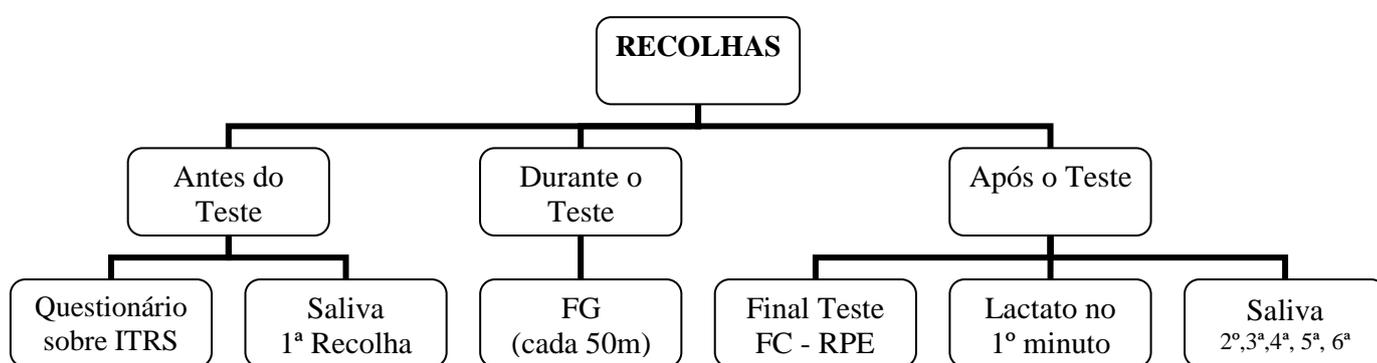
## 2.4 Recolha de Sangue

Para a determinação dos níveis de lactato no sangue, foram recolhidas através de micro amostras de sangue, após um minuto da realização do teste (Olbrecht, 2000; Pereira citado em Rama, 1997).

Como instrumento de determinação recorreremos ao Lactato Pro<sup>®</sup>, método rápido que em 60 segundos fornece um valor imediato da concentração de lactato sanguíneo com base numa amostra de 5  $\mu l$  de sangue. (Mc Naughton, Thompson, Philips, Backx and Crickmore, 2002).

Estudos de Pyne et al (2000), Medbo et al (2000) e Naughton et al (2001) indicam que a utilização desde tipo de instrumentos portáteis assegura a obtenção de resultados credíveis e permite a obtenção de um parâmetro de controlo de treino em locais fora do laboratório e de forma imediata.

## 2.5 Cronograma – Fase Experimental



## 2.6 Procedimentos Estatísticos

Para a análise e tratamento dos dados foram escolhidos os programas informáticos de Microsoft Office Excel e o programa estatístico "Statistical Package for Social Sciences - SPSS' versão 12.0 para Windows.

Para a caracterização antropométrica dos atletas e a caracterização do treino foram realizados análises de Estatística Descritiva, onde se seleccionou a média aritmética, como medida de tendência central, e o desvio padrão, mínimos e máximos, como medida de dispersão.

Sempre que necessário e para retirar o valor da dispersão recorremos ao coeficiente de variação calculado através do rácio do desvio padrão sobre o média e apresentado em valor percentual.

Com o intuito de perceber e interpretar o comportamento das diversas variáveis obtidas nos vários momentos considerados os dados foram analisados detalhadamente e ao se verificar a inexistência de um padrão de normalidade na distribuição de algumas

das variáveis em estudo, optamos por realizar uma análise estatística com base no Teste de Wilcoxon, um teste para variáveis não paramétricas com amostras relacionadas. Onde é apresentado o valor de Z e a sua significância. Para todas as variáveis estudadas foram assumidas um nível de significância de 0,05.

A apresentação dos resultados do Teste de Wilcoxon segue o preconizado por Ntounamis (2001), para estudos na área das ciências do desporto.

## CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados respeitando a seguinte lógica: i) primeiro serão revelados os dados dos parâmetros cinemáticos, onde constarão a velocidade máxima, a velocidade de nado da prova, a percentagem da velocidade de nado, a frequência gestual e o índice de nado; ii) seguir-se-ão os parâmetros fisiológicos registados na prova nomeadamente os níveis de lactato e a frequência cardíaca; iii) serão também referidos os dados que se reportam à percepção de esforço monitorizado através escala de Cr 10 de Borg; iv) por último ponto serão expostos os produtos obtidos quanto aos parâmetros imunitários, nomeadamente da Imunoglobulina A salivar e a taxa de secreção da IgA.

### 4.1 PARÂMETROS CINEMÁTICOS

**Tabela IV.1 - Parâmetros Cinemáticos em Prova.** Mínimos, máximos, média e desvio padrão. (velocidade máxima, velocidade de nado, percentagem de velocidade de nado, frequência gestual, índice de nado).

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
<b>Velocidade Máxima (m.s<sup>-1</sup>)</b>	1,58	1,78	1,71	,0565
<b>Velocidade Nado (m.s<sup>-1</sup>)</b>	1,20	1,34	1,28	,0389
<b>% Velocidade Nado</b>	71,50	77,89	74,99	2,3020
<b>Frequência Gestual (c.min<sup>-1</sup>)</b>	21,57	29,95	24,79	2,4693
<b>Índice Nado</b>	2,81	3,88	3,44	,3721

Os parâmetros cinemáticos recolhidos durante o protocolo, podemos verificar que a velocidade de nado média utilizada foi de  $1,28 \pm 0,0389$  m.s<sup>-1</sup>. Este valor corresponde a  $74,99\% \pm 2,3020\%$  da velocidade máxima obtida no teste de 15metros que foi de  $1,71 \pm 0,0565$  m.s<sup>-1</sup>. Estes valores estão definidos na literatura como típicos de uma série de nado era aeróbio ligeiro. (Maglischo, 2003; Navarro, 2001; Olbrecht, 2000).

A frequência gestual, evidenciou valores médios de  $24,79 \pm 2,4693$  c.min<sup>-1</sup>. O índice de nado, que caracteriza a eficácia da técnica, atingiu valores de  $3,44 \pm 0,3721$ . Estes parâmetros revelam a homogeneidade dos indivíduos a nível técnico.

## 4.2 PARÂMETROS FÍSIOLOGICOS

**Tabela IV.2 - Parâmetros Fisiológicos em Prova** –Estatística Descritiva: Mínimos, máximos, média e desvio padrão. (frequência cardíaca e lactato).

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Frequência Cardíaca (bpm)	144,00	174,00	160,92	8,67
Lactato (mmol.l <sup>-1</sup> )	2,10	7,10	3,63	1,46

Os valores da frequência cardíaca foram de  $160 \pm 8,67$  bpm (CV= 5,5%). Os níveis de lactato no sangue mostram valores médios de  $3,63 \pm 1,46$ . Estes valores concordam com os propostos por Maglisco (2003), Navarro (2001) e Olbrecht (2000), como parâmetros indicados para a zona de treino aeróbio básico (ligeiro).

## 4.3 PERCEPÇÃO ESFORÇO (Cr-10 Borg)

**Tabela IV.3 - Níveis de Percepção de Esforço Cr 10 Borg**, em Prova, mínimos, máximos, média e desvio padrão da percepção de esforço

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
RPE	,50	8,00	4,0833	2,05419

Os valores presentes na tabela IV.3 indicam que em média os atletas perceberam o tipo de esforço em  $4,08 \pm 2,05$  o que corresponde a uma percepção “algo forte” da carga, embora se observe uma dispersão apreciável, confirmada pelos valores mínimo de 0,50 e máximo de 8,0 os quais revelam uma grande dispersão. A equivalência entre a escala original de percepção do esforço e a escala CR10 de Borg foi efectuada de acordo Costil & Wilmore, citados em Rama (1997).

Maglisco, citado em Rama (1997) adaptou a escala CR10 de Borg com as zonas de intensidade de treino usuais em natação desportiva.

Uma possível explicação poderá estar no facto dos atletas estarem pouco familiarizados com a escala, como referiu Olbrecht (2000). Este foi um ponto também tido em atenção por Maglisco (1993) que referiu, que para que a escala Cr 10 Borg possa ser utilizada de forma a obter resultados credíveis os nadadores devem estar familiarizados com as sensações físicas e mentais que decorrem do esforço de nado. É ainda referido que com nadadores motivados, estes tendem a minimizar o esforço realizado, daí que seleccionem valores baixos para reflectirem a sua percepção. Rama

(1997) também faz alusão a este tipo de situações, relatando a propensão dos atletas perceberem com valores altos da escala os esforços de longa duração e baixa intensidade.

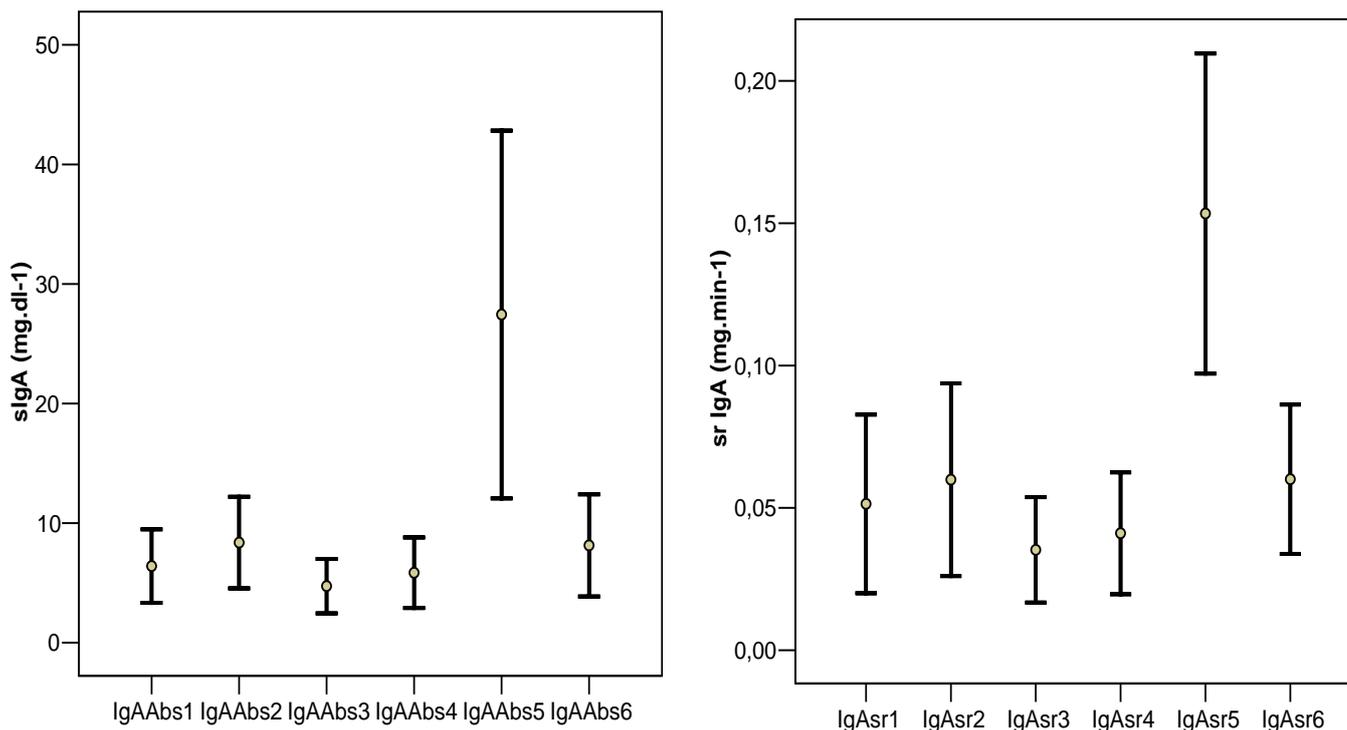
No seu conjunto os valores dos parâmetros cinemáticos, fisiológicos e de percepção de esforço asseguram que a série de nado controlada, foi realizada dentro dos parâmetros definidos na literatura como próprios de um esforço de nado aeróbio ligeiro.

#### 4.4 PARÂMETROS IMUNITÁRIOS

##### 4.4.1 Imunoglobulina A salivar e Taxa de secreção da IgA

**Tabela IV.4** – Parâmetros Imunitários- Estatística Descritiva: Mínimos, Máximos, Média e Desvio Padrão da IgA salivar e da Taxa de secreção de IgA salivar.

	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>IgA abs1</b> (antes protocolo)	1,85	18,90	6,4058	4,84069
<b>IgA abs2</b> (15' dps)	2,97	22,20	8,3717	6,02571
<b>IgA abs3</b> (1h30m dps)	1,46	12,70	4,7267	3,58359
<b>IgA abs4</b> (2h30m dps)	1,28	14,80	5,8500	4,64866
<b>IgA abs5</b> (manhã seguinte)	1,95	91,30	27,4450	24,20559
<b>IgA abs6</b> (24h dps)	2,30	26,30	8,1333	6,72438
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>IgA sr1</b>	,016	,198	,05142	,049392
<b>IgA sr2</b>	,015	,211	,05992	,053277
<b>IgA sr3</b>	,008	,111	,03525	,029146
<b>IgA sr4</b>	,004	,116	,04108	,033682
<b>IgA sr5</b>	,032	,274	,15342	,088505
<b>IgA sr6</b>	,008	,139	,06008	,041303



**Gráficos IV.1 e IV.2 Comportamento da IgA salivar (mg.dl<sup>-1</sup>) e Taxa de secreção IgA (mg.min<sup>-1</sup>).** Valores médios e desvio padrão nos diferentes momentos de recolha

Da análise dos dados recolhidos evidenciados na tabela IV.4 e nos gráficos IV.1 e IV.2 pode-se observar o comportamento da concentração dos valores médios de IgA salivar. Analisando em cada momento a resposta da saliva verificamos que 15 minutos após a realização deste esforço aeróbio ligeiro a concentração de IgA salivar é de  $8,37 \pm 6,03 \text{ mg.dl}^{-1}$ . deste modo sofre um aumento igualmente confirmado pelos valores da taxa de secreção de IgA salivar, o que poderá indiciar uma resposta de reforço deste parâmetro do sistema imunitário. Esta tendência é registada em 8 dos 12 atletas (67%), sendo que 4 apresentaram um decréscimo.

Estes resultados revelam uma diferença significativa ( $Z= 2,001, p< ,05$ ).

No entanto os valores da taxa de secreção de IgA salivar já não apresentam diferenças significativas.

Ao observarmos os valores de sIgA do único indivíduo que relatou um episódio de ITRS podemos verificar que este registou o valor mais baixo para o momento pré-teste, mas o padrão de comportamento acompanha a média, uma vez que em relação ao momento do pós-teste o valor aumenta. Os dados da sr IgA confirma a tendência.

Este primeiro comportamento da IgA salivar como resposta ao exercício onde registamos um aumento na sIgA no momento pós-teste, vai contra alguns estudos encontrados, como os citados por Mackinnon (2000), onde em nadadores de elite foram registados valores pós-teste de sr IgA 10% mais baixos que os valores clinicamente normais ao fim de 7 meses de treino intenso (Glesson, 1995). Essa diminuição foi também observada num estudo levado a cabo com 60 atletas de diversas modalidades (natação, ciclismo, futebol, basquetebol, ténis e triatlo) durante um período de 3 meses com treino intenso (Garagiola, 1992; citado por Mackinnon, 2000). Em 2002 Walsh et al. Desenvolveram um estudo com 15 ciclistas onde estes pedalavam durante 2 horas a 70% do VO<sub>2</sub> max em cicloergómetro, sendo que os valores registados no pós-teste diminuíam em 31% dos casos.

No entanto outros estudos confirmam o padrão encontrado, onde vários estudos com intensidades moderadas também relataram um incremento dos valores de IgA salivar pós-teste. Estudos realizados por Laing et al., (2005); Walsh et al., (2002); Reid et al, (2001), com ciclistas em tarefa em cicloergómetro evidenciaram-se valores médios de IgA salivar no pós-teste com um aumento significativo ( $p < ,05$ )

Outro estudo recente, Matos (2004) utilizando uma série aeróbia e nadadores obteve um aumento significativo ( $p < ,05$ ) dos valores médios de IgA salivar. Tharp (1991), registou resultados idênticos, com jovens do sexo masculino, em fase pós-pubertária, após sessões de treino de basquetebol, jogos de basquetebol e ao longo da época de treino.

No momento que se segue, que corresponde a 1 hora e 30 minutos depois da realização do protocolo, verificamos um decréscimo dos níveis de sIgA, sendo de  $4,73 \pm 3,58 \text{ mg.dl}^{-1}$  para a concentração de IgA salivar e de  $,035 \pm ,029 \text{ mg.min}^{-1}$  para a sr IgA. Dos 12 atletas apenas 2 não seguiram o padrão de decréscimo dos valores, pelo que 83% mostra a descida enunciada.

Assim e comparando os valores do pré-teste (momento 1) para este momento (1,5 horas após) encontramos uma diferença significativa ( $Z = 2,040$ ,  $p < ,05$ ).

Usando como objecto de análise a taxa de secreção IgA salivar, as diferenças já são altamente significativas ( $Z = 1,957$ ,  $p < ,01$ ).

Ao analisarmos as diferenças entre o momento do pós-teste e o momento correspondente às 1,5 horas após o protocolo mantém-se uma diferença com um alto

significado estatístico tanto para os valores da sIgA como os da sr IgA ( $Z= 2,667$ ,  $p<,01$ ).

Para este momento o único atleta que manifestou o caso de ITRS enquadra-se no padrão definido, sendo que o valor apresentado se pode considerar normal, em relação aos outros obtidos. A tendência mantém-se nos valores de sr IgA.

Para o momento 4, que corresponde a 2 horas e 30 minutos após o esforço, continuamos a assinalar valores médios de IgA salivar e da sua taxa de secreção baixos, de  $5,85 \pm 4,65 \text{ mg.dl}^{-1}$  e de  $0,041 + 0,034 \text{ mg.min}^{-1}$ , respectivamente. No entanto em relação aos do momento anterior apresentam alguma recuperação. Esta tendência média foi observada em 58% dos nadadores.

A análise através do teste de Wilcoxon não mostra diferenças significativas, entre o primeiro e o quarto momento, nem entre o terceiro (1,5h) e o quarto (2,5h). Mas existem sim diferenças com significado estatístico ( $Z= 1,726$ ,  $p<,05$ ), entre o momento 2 (15 minuto após o teste) e o quarto momento (2,5h após), diferenças essas que são corroboradas pela sr IgA ( $Z= 2,197$ ,  $p<,05$ ).

Para este momento o nadador “caso” não se enquadra no comportamento revelado pela maioria, ou seja os valores continuam a descer, e volta a registar o segundo valor mais baixo de sIgA, no entanto a sr IgA não reflecte essa tendência.

Este comportamento indica uma depressão deste tipo de imunidade o que pode indicar que nesse período de tempo após este tipo de exercício físico os indivíduos poderão estar mais susceptíveis a possíveis agressões.

Este comportamento foi também registado por Pederson e colaboradores (1998) onde uma depressão do sistema imunitário foi encontrada após um esforço físico, num período de tempo até às 4 horas após o término do esforço.

McFarlin e colaboradores (2003), estudaram um grupo de homens que realizava vários turnos de exercícios repetidos, em provas de cicloergómetro com picos de intensidade entre os 50 e 70 do  $\text{VO}_2\text{max}$ . Após o exercício observaram uma elevação significativa e imediata da actividade das células imunitárias, com valores superiores aos do pré-teste, sendo de seguida registado uma diminuição dos valores durante as primeiras horas pós-teste (a partir das 2 horas).

No entanto, não podemos esquecer que Nieman (2000) referiu que as diminuições de IgA também podem estar associadas a várias situações, tais como: poucas horas de sono, exposição a agentes patológicos, stress físico e mental, alimentação incorrecta ou hábitos de tabagismos. Pelo que não podemos controlar todos os factores que acentuam ou não a descida dos valores de IgA salivar e determinar o seu grau de influência.

A descida dos valores nos momentos correspondentes aos momentos de 1,5 e 2,5 horas após o esforço e registados no nosso estudo, parecem concordar com a teoria de “*Janela Aberta*” apresentada por Pederson (1996) e reforçada por autores como Beshgetoor, D; Arrvues, S; McGuire, K. (2004).

O quinto momento de recolha que corresponde ao acordar na manhã seguinte ( $\pm$  7:30 a.m.), revela um incremento abrupto, registando-se valores médios de  $27,45 \pm 24,21 \text{ mg.dl}^{-1}$  mas apresentando uma dispersão muito elevada, com um coeficiente de variância de 88%, sendo este comportamento replicado nos valores de IgA sr salivar, com valores de  $0,153 \pm 0,885 \text{ mg.min}^{-1}$ . Todos os sujeitos apresentam o mesmo comportamento, sendo apenas de referir que em duas situações o incremento não é tão notório.

A obtenção de valores de IgA matinais elevados é um facto documentado por Dimitriou et al. (2002); Gleeson et al., citada em Walsh et al. (2002) é neste período do dia que se níveis de IgA salivar atingem os valores mais elevados.

A análise inferencial revela que se verificam as maiores diferenças estatisticamente significativas:

Entre o pré-teste e a manhã seguinte, existem diferenças altamente significativas ( $Z= 2,903, p<,01$ ), para os valores de sIgA. Mantendo-se a mesma resposta para a sr IgA ( $Z= 2,746, p<,01$ ).

Relativamente aos momentos correspondentes ao pós-teste (momento2 - 15minutos depois) e a manhã seguinte, observam-se diferenças altamente significativas

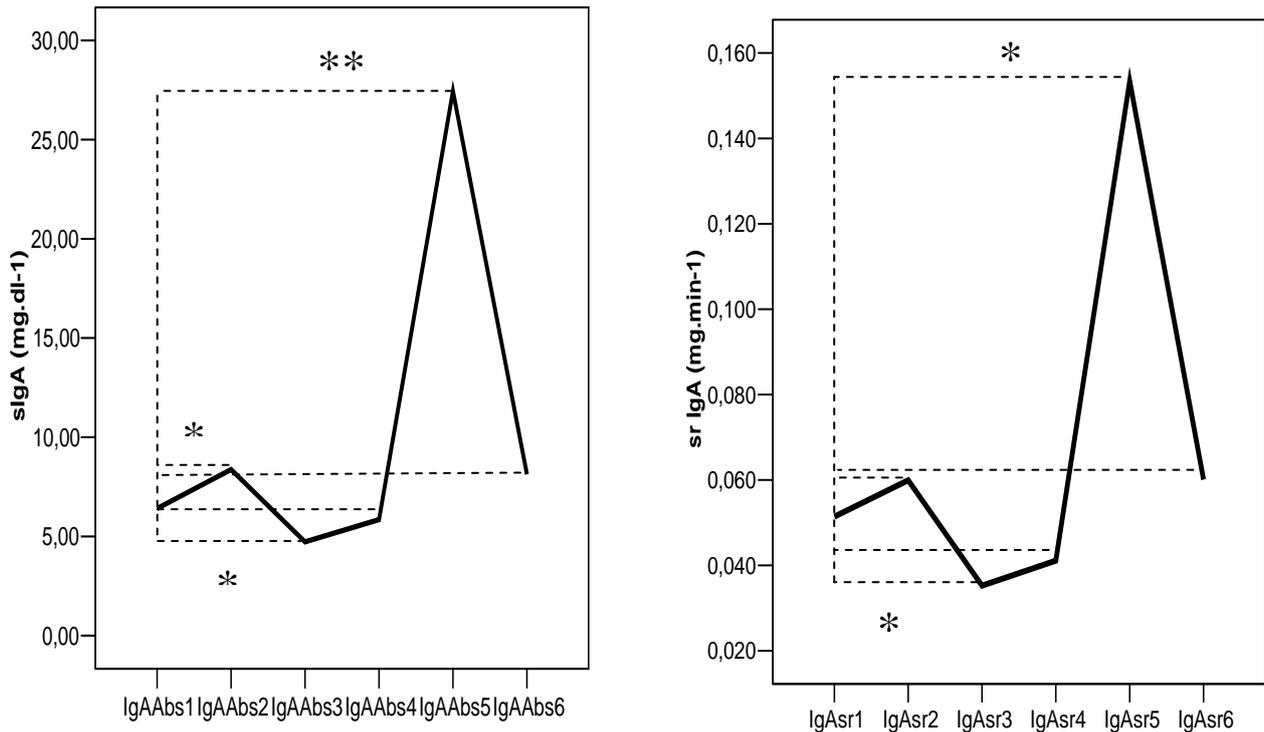
para a sIgA ( $Z= 2,667$ ,  $p<,01$ ), sendo que para os valores de srIgA se registam os mesmos valores.

Também entre o momento 3 (1,5 horas após o protocolo) e a manhã seguinte encontramos diferenças altamente significativas para a s IgA ( $Z= 2,275$ ,  $p<,01$ ), assim como na sr IgA ( $Z= 2,943$ ,  $p<,01$ ).

Replicando a propensão dos momentos referidos anteriormente, também na comparação dos momentos 4 (2,5 horas após o protocolo) e a manhã seguinte ao acordar, mantém-se uma diferença com um alto significado estatístico ( $Z= 3,059$ ,  $p<,01$ ) para os valores de sIgA. Tendência que se mantém para a taxa de secreção ( $Z= 2,824$ ,  $p<,01$ )

Este é o momento em que o nadador que relatou o episódio de ITRS, manifesta um comportamento que mais chama a atenção, uma vez que na manhã seguinte ao acordar os seus valores de sIgA pouco se diferenciam dos indicados para o momento anterior (2,5 horas após a aplicação do protocolo), sendo inclusive o valor mais baixo registado. Este facto indica que este parâmetro do sistema imunitário não sofreu a recuperação registada nos outros sujeitos.

Os dados obtidos sugerem-nos que após um eventual momento de depressão do sistema imunitário, registado entre as 1,5 e as 2,5 horas após a realização de um esforço aeróbio ligeiro e uma noite de repouso, os valores de sIgA recuperam aumentando e reforçando este parâmetro da imunidade do indivíduo.



**Gráfico IV.3 e IV.4 – Comportamento da IgA salivar (mg/min) e da Taxa de Secreção da IgA salivar (mg/min).** Valores obtidos pelo teste Wilcoxon relativo às diferenças significativas entre o primeiro momento e os restantes momentos de recolha.

Na análise do último momento de recolha, que representa as 24 horas após a aplicação do teste de nado intermitente, obtivemos valores médios de  $8,133 \pm 6,72$   $\text{mg.dl}^{-1}$  e de  $0,060 \pm 0,041$   $\text{mg.min}^{-1}$  para a concentração de IgA salivar e para a taxa de secreção de IgA salivar, a observação dos gráficos IV.1 e IV.2 permite verificar que após um dia normal os valores de imunoglobulina A são muito semelhantes aos recolhidos no primeiro momento.

A análise estatística revela que do momento do pré-teste para o momento correspondente às 24 horas após, não existem diferenças significativas, assim como do momento 2 (15 minutos após o protocolo) para as 24 horas a seguir à aplicação do protocolo.

As diferenças revelaram-se na comparação do momento 3 (1,5 horas após) e a manhã seguinte, o momento 4 (2,5 horas após o protocolo) e a manhã seguinte (ao acordar) e o manhã seguinte (perto das 7:30 am) e as 24 horas após a aplicação do protocolo.

Este padrão de comportamento foi registado em 10 dos 12 atletas que compõe a amostra (87%), sendo que nos 2 restantes os valores aumentam.

Neste momento o indivíduo que relatou o episódio de ITRS nos dias anteriores, volta a não se encaixar nas linhas encontradas, uma vez que os seus valores aumentam. Apesar do comportamento ser diferente, o valor registado é similar ao manifestado pelos outros sujeitos. Sendo inclusive de referir que em relação ao seu primeiro momento (24 horas antes) o valor é superior.

Entre o momento 3 (1,5 horas após) e as 24 horas da realização do esforço aeróbio ligeiro as diferenças são significativas ( $Z= 2,275$ ,  $p<,05$ ) no que se refere aos valores da concentração de sIgA, mas assumem diferenças altamente significativas para a sr IgA ( $Z= 2,667$ ,  $p<,01$ ).

Do momento 4, que corresponde 2,5 horas após o protocolo, para o momento 6 (24 horas depois) as diferenças apresentam-se como significativas, para ambos os parâmetros sendo que para a sIgA os valores são ( $Z= 1,805$ ,  $p<,05$ ) e para a sr IgA de ( $Z= 2,824$ ,  $p<,05$ ).

As últimas diferenças encontradas, reportam-se aos momentos 5 (na manhã seguinte ao acordar) e as 24 horas pós-teste, para os quais as diferenças são altamente significativas ( $Z = 2,824$ ,  $p<,01$ ) para a sIgA e de ( $Z= 2,746$ ,  $p<0,1$ ) para a sr IgA.

Esta variação dos valores também pode estar associada à variação circadiana dos valores de IgA salivar, verificada por Dimitriou et al. (2002) e Gleeson et al., citada em Walsh et al. (2001).

Assim os dados levam a pensar que após um período de 24 horas o organismo teve tempo suficiente para recuperar os seus níveis de imunidade, e que se pode aplicar nova carga sem por em risco a saúde dos indivíduos.

Esta tendência foi também relatado por McFarlin et al (2003) estudo referido anteriormente e que também relatou a recuperação dos valores após um momento de depressão da actividade das células imunitárias, começando essa recuperação a partir das 2 horas pós-teste e até às 24 horas depois.

Outros autores como Hübner-Wozniak et al (1997), citado por Glesson (2000), referiram que 24 horas após a aplicação de uma tarefa física os valores de Ig eram similares aos definidos nos momentos de pré-teste.

Uma análise mais meticulosa dos dados permitiu-nos verificar que um dos atletas, para além de não se enquadrar no padrão normal encontrado, também revelou valores de sIgA muito baixos. Ao confrontarmos estes dados com as informações que cada atleta forneceu relativamente a episódios que coincidiram com a descrição de infecções do tracto respiratório superior, constatamos que o sujeito relatou que nos últimos dois dias tinha estado constipado. Assim podemos inferir que as variações e os baixos valores registados para este atleta poderão estar associados à contracção de um episódio de ITRS. Mackinnon (1997) refere que a diminuição dos níveis de concentração de sIgA salivar após o exercício está temporariamente relacionado com a subsequente aparecimento de ITRS em atletas de elite, o que está de acordo com o caso encontrado. O mesmo sendo relatado por Glesson et al (1999) com um grupo de nadadores de elite num período de treino de sete semanas, onde a diminuição da concentração de IgA salivar se associou ao aumento do número de episódios de infecção.

No entanto a larga maioria da amostra não demonstra essa evidência. O facto de não se registarem episódios de ITRS, poderá estar relacionado com a ausência de agentes infecciosos.

A taxa de secreção da IgA salivar permitiu confirmar as tendências registadas para a concentração de IgA salivar, sendo que inclusive reforçou o significado desse comportamento, mesmo assim e como foi referido por autores como Fahlman, Engels, Morgan & Kolokouri (2000), Dimitriou et al (2002), este é um parâmetro intimamente relacionado com a actividade do sistema nervoso simpático e que também é influenciado pelo exercício físico. Esta influência é materializada na diminuição do fluxo salivar relacionado com o nível de hidratação e que originam a diminuição da secreção de Ig. Dai que seria importante ter uma forma de controlar as variações ou definir o grau de influência que este pode ter.

Mas para além desta condicionante, Mackinnon (1997) relatou que o ratio da concentração de Iga salivar e a taxa de secreção IgA diminuem após o exercício intenso e prolongado e de treino com intervalos.



## CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo iremos reunir as principais conclusões alcançadas no nosso estudo, sobre o comportamento da sIgA e a sr IgA após o exercício aeróbio ligeiro com uma prova de nado intermitente.

### 5.1 Conclusões

A resposta imediata pós exercício (15 minutos após) revelou que os valores da sIgA e sr IgA aumentam de forma estatisticamente significativa. Este comportamento foi também observado por Reid et al. (2001); Walsh et al. (2002); Laing et al (2005) nos seus estudos com tarefas em cicloergómetro onde os valores de sIgA no pós-teste sofreram um aumento significativo ( $p < ,05$ ). Este facto leva a pensar que o exercício induz no imediato a estimulação do sistema imunitário, sendo um desses reflexos o aumento da IgA salivar.

Aproximadamente 1hora e 30minutos após este tipo de esforço, os valores da sIgA e da sr IgA decrescem significativamente, sendo que as diferenças relativamente ao momento pós-teste evidenciam uma diferença altamente significativa ( $p < ,01$ ). Após 2horas e 30 minutos apesar dos valores se manterem baixos, estes já apresentam uma ligeira recuperação em relação aos registados no momento anterior.

Estudos como os levados a cabo por Pederson et al. (1998) ou McFarlin et al (2003) também registaram o incremento no pós-teste e a diminuição dos níveis de IgA salivar a partir das 2horas pós-teste.

Este comportamento parece encaixar das directrizes da teoria da “Janela Aberta” apresentada por Pederson (1996), onde após o exercício físico se verifica uma estimulação inicial do sistema imunitário à qual se desencadeia uma imunodepressão, reflexo do decréscimo da actividade das células imunitárias.

O decréscimo dos valores da sIgA nestes dois momentos sugere que a imunidade dos indivíduos poderá estar debilitada, sendo este um período em que o indivíduo pode estar mais susceptível a infecções do tracto respiratório superior. Assim os atletas

devem ser alertados para esse facto de forma a evitarem a exposição a situações que favoreçam a actividade de agentes patogénicos, durante este espaço temporal.

Na manhã seguinte à aplicação do protocolo, no momento de acordar (aproximadamente às 7:30 am) os valores aumentam, pelo que se supõe que as horas de repouso são benéficas para a recuperação deste parâmetro imunitário. Nos seus estudos, Dimitriou et al. (2002); Glesson et al (2001) citada por Walsh et al (2002), também referem que é de manhã que se registam os valores mais altos de sIgA.

O último momento, correspondente às 24 horas após os valores de IgA são repostos e similares aos registados no momento do pré-teste, estando os indivíduos prontos do ponto de vista deste parâmetro imunitário, para a aplicação de uma nova carga de treino, uma vez o sistema imunitário apresenta valores considerados normais. Nos seus estudos Glesson (2000), relata que após 24 horas os valores de Ig eram similares aos reportados no pré-teste. Em 2003, McFarlin mantém um discurso semelhante relatando que após um momento de depressão da actividade das células do sistema imunitário, a recuperação dos níveis ocorre a partir da 2 horas após teste e até às 24 horas do mesmo, sendo que por nessa altura estão repostos.

O recurso à IgA salivar como método de obter informação sobre o estado da primeira barreira de defesa contra infecções do tracto respiratório superior é de grande importância. A sua aplicação no quotidiano do treino não é no entanto fácil dada a dificuldade de obtenção rápida dos resultados.

## 5.2 Sugestões e Recomendações

No sentido de alargar o poder informativo de estudos orientados nesta linha de investigação, sugerimos que em futuras investigações se adoptem os seguintes procedimentos:

- Que a análise salivar para a IgA também seja feita com relação à quantidade de proteína;
- Realizar uma recolha com esta amostra em condições de exercício diferente e em repouso.
- Realizar os mesmos momentos de recolha, mas utilizando um grupo de controlo, sem a realização de actividade física;
- Realizar o estudo com outras modalidades e comparar os resultados obtidos;
- Controlar outros parâmetros imunitários;
- Controlar o aporte nutricional.



## CAPÍTULO VI - BIBLIOGRAFIA

- 📖 Abade, H. (2002). *Efeito da Suplementação com Carbohidratos em Parâmetros da Função Imunitária, após Exercício Físico Intenso e Prolongado – Proposta de um projecto de investigação experimental*. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.
- 📖 Akimoto, T., Kumai, Y., Akama, T., Hayashi, E., Murakami, H., Soma, R., Kuno, S., & Kono, I. (2003). Effects of 12 Months of Exercise Training on Salivary Secretory IgA Levels in Elderly Subjects. *British Journal of Sports Medicine*, 37, pp. 76-79.
- 📖 Alves, F. (2000). *O treino da resistência e as zonas de intensidade*. Caderno técnico de Natação, 8. Oeiras: Direcção Técnica Nacional da federação Portuguesa de Natação.
- 📖 Barata, T. (1997). *Actividade Física e Medicina Moderna*. Odivelas: Europress.
- 📖 Beshgetoor, D., Arrues, S., & McGuire, K. (2004). Effect of Competitive Training on T-cell Mediated Immune Function in Master's Female Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 25(7), pp. 553-558.
- 📖 Borg, G. (2000). *Escalas de Borg para a Dor e o Esforço Percebido*. São Paulo: Editora Manole.
- 📖 Borg, G. & Borg, E. (2001). A New Generation of Scaling Methods: Level-anchored ratio scalin. *Psychologica*, 28, pp. 15-45.
- 📖 Castelo; Barreto, H.; Alves, F.; Santos, P.; Carvalho, J. Vieira J. (1996). *Metodologia do Treino Desportivo*. Edições FMH.
- 📖 Cassan, D. et al. (2002). Influence of the aquatic environment and training on the immune system of elite swimmers.

- 📖 Chinda, D., Umeda, T., Shimoyama, T., Kojima, A., Tanabe, M., Nakaji, S., & Sugawara, K. (2003). The Acute Response of Neutrophil Function to a Bout of Judo Training. *Luminescence*, 18(5), pp. 278-282.
- 📖 Costill, D.L.; Maglischo, E.W. & Richardson, A.B. (1992). *Handbook of Sport medicine and Science – Swimming*. Blackwell Scientific Publications. Cap 1,2,3.
- 📖 Costill, D., Kovaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6(4), pp. 266-270.
- 📖 Dimitriou, L., Sharp, N., & Doherty, M. (2002). Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. *British Journal of Sports Medicine*, 36, pp. 260-264.
- 📖 Dowling, C. (2003). *IgA Salivar e ITRS de Nadadores de Elite Portuguesa, como resposta a microciclos de choque e recuperação*. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.
- 📖 Fileno, T. (2002). *Resposta de Nadadores de Elite Portuguesa aos estados de humor, ITRS e Carga de Treino em microciclos de choque e recuperação*. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.
- 📖 Fonseca, M. (2004). *Influência do Exercício Físico Programado no Sistema Imunitário, em Populações Idosas*. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.
- 📖 Fox, S. (1996). *Human Physiology (5<sup>th</sup> Ed.)*. Boston: Wm. C. Brown Publishers.
- 📖 Fragoso, I. & Vieira, F. (2000). *Morfologia e Crescimento - Curso Prático*. Lisboa: FMH – UTL.

- 📖 Gastin, P. (2001). Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. *Sports Medicine*, 31, pp. 725-741.
- 📖 Gleeson, M. (2000). Mucosal Immunity and Respiratory Illness in Elite Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 21(Suppl. 1), pp. S33-S43.
- 📖 Gleeson, M., Pyne, D., & Callister, R. (2004a). The Missing Links in Exercise Effects on Mucosal Immunity. *Exercise Immunology Review*, 10, pp. 107-128.
- 📖 Gleeson, M., Pyne, D., McDonald, W., Bowe, S., Clancy, R., & Fricker, P. (2004b). In-vivo Cell Mediated Immunity in Elite Swimmers in Response to Training. *Journal of Science & Medicine & Sport*, 7(1), pp. 38-46.
- 📖 Gleeson, M., McDonald, W., Pyne, D., Clancy, R., Cripps, A., Francis, L., & Fricker, P. (2000). Immune Status and Respiratory Illness for Elite Swimmers During a 12-Week Training Cycle. *International Journal of Sports Medicine*, 21, pp. 302-307.
- 📖 Gleeson, M., Hall, S., McDonald, W., Flanagan, A., & Clancy, R. (1999). Salivary IgA Subclasses and Infection Risk in Elite Swimmers. *Immunology Cellular Biology*, 77(4), pp. 351-355.
- 📖 Gordon, R. C. (2001). *Contagious diseases in athletes (treatment of infections in school athletes)*;  
[http://www.findarticles.com/cf\\_0/m3233/20\\_35/80062552/p1/article.jhtml?term=desinfection+of+swimming-pools](http://www.findarticles.com/cf_0/m3233/20_35/80062552/p1/article.jhtml?term=desinfection+of+swimming-pools)
- 📖 Guyton, A.C. (1983). *Fisiologia Humana e Mecanismos de Doença*. Rio de Janeiro: Editora Guanabarra – Koogan S.A.
- 📖 Guyton, A.C. & Hall, J.E. (1997). *Tratado de Fisiologia Humana*. Rio de Janeiro: Editora Guanabarra – Koogan S.A.

- 📖 Klentrou, P., Cieslak, T., MacNeil, M., Vintinner, A. & Plyley, M. (2002). Effect of Moderate Exercise on Salivary Immunoglobulin A and Infection Risk in Humans. *European Journal of Applied Physiology*, 87(2), pp. 153-158.
- 📖 Laing, S., Gwynne, D., Blackwell, J., Williams, M., Walters R., & Walsh, N. (2005). Salivary IgA Response to Prolonged Exercise in a Hot Environment in Trained Cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 93(5-6), pp. 665-671.
- 📖 Mackinnon, L. (2000). Chronic Exercise Training Effects on Immune Function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(7), pp. S369-S376.
- 📖 Mackinnon, L. (1997). Immunity in Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 18(Suppl. 1), pp. S62-S68.
- 📖 Mackinnon, L. (1992). *Exercise and Immunology*. Queensland: Human Kinetics Publishers.
- 📖 Mackinnon, L., & Hooper, S. (1994). Mucosal (secretory) Immune System Responses to Exercise of Varying Intensity and During Overtraining. *International Journal of Sports Medicine*, 15(Suppl. 3), pp. S179-S183.
- 📖 Maglisho, E. (2003). *Swimming Fastest – The essential reference on technique, training, and program design*. Champaign: Human Kinetics.
- 📖 Malm, C., Ekblom, Ö., & Ekblom, B. (2004). Immune System Alteration in Response to Increased Physical Training During a Five Day Soccer Training Camp. *International Journal of Sports Medicine*, 25(6), pp. 471-476.
- 📖 Matos, N. (2004). *Análise de parâmetros bioquímicos em esforço de nado aeróbio e anaeróbio – A resposta da IgA, Testosterona e Cortisol Salivares*. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.

- 📖 Mc Naughton, L., Thompson, D., Philips, G., Backx, K. & Crickmore, L (2002). A Comparison of the Lactate Pro, Accusport, Analox GM7 and Kodak Ektachem Lactate Analysers in Normal, Hot and Humid Conditions. *International Journal of Sports Medicine*, 23, pp. 130-135.
- 📖 McFarlin, B., Mitchell, J., McFarlin, M., & Steinhoff, G. (2003). Repeated Endurance Exercise Affects Leukocyte Number but Not NK Cell Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(7), pp. 1130-1140.
- 📖 Moffett, D., Moffett, S., & Schauf, C. (1993). *Human Physiology: Foundations and Frontiers* (2<sup>nd</sup> Ed.). Missouri: Mosby.
- 📖 Mylona, E., Fahlman, M., Morgan, A., Boardley, D. & Tsivitse, S. (2002). S-IgA Response in Females Following a Single Bout of Moderate Intensity Exercise in Cold and Thermoneutral Environments. *International Journal of Sports Medicine*, 23, pp. 453-456.
- 📖 Navarro, F. (2001). *Planificación y Control del Entrenamiento en Natación*. Madrid: Gymnos.
- 📖 Navarro, F. & Arsénio, O. (2003). *Natacion II - La natacion y su entrenamiento*. Barcelona: Gyomos Editorial
- 📖 Nehlsen-Cannarella, S., Nieman, D., Fagoaga, O., Kelln, W., Henson, D., Shannon, M., & Davids, J. (2000). Saliva Immunoglobulins in Elite Women Rowers. *European Journal of Applied Physiology*, 81(3), pp. 222-228.
- 📖 Nieman, D. (2000). Is infection risk linked to exercise workload?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(7), pp. S406-S411.
- 📖 Nieman, D., & Pedersen, B. (1999). Exercise and Immune Function. Recent Developments. *Sports Medicine*, 27(2), pp. 73-80.

- 📖 Ntoumanis, N. (2001). *A step-by-step Guide to SPSS for Sport and Exercise Studies*. Routledge.
- 📖 Olbrecht, J. (2000). *The Science of Winning – Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training*. Belgium, Overijse: Swimshop Distributor.
- 📖 Pederson, B., & Toft, A. (2000). Effects of Exercise on Lymphocytes and Cytokines. *British Journal of Sports Medicine*, 34, pp. 246-251.
- 📖 Pereira, J.G. (1994). *Caracterização Fisiológica da Nataçã de Competiçã*.(s.l.)
- 📖 Pyne, D. & Gleeson, M. (1998). *Effects of intensive exercise training on immunity in athletes*. *Internacional Journal of Sports Medicine* vol 19, suplement 3, S183-194.
- 📖 Pyne, D., McDonald, W., Gleeson, M., Flanagan, A., Clancy, R., & Fricker, P. (2001). Mucosal Immunity, Respiratory Illness, and Competitive Performance in Elite Swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (3), pp. 348-353.
- 📖 Rama, L. (2004). *Factores Determinantes no Rendimento de Jovens Nadadores Portugueses*. Lisboa: Congresso de Treinadores de Nataçã. APTN
- 📖 Rama, L. (1997). *Estudo comparativo das repercussões fisiológicas e da percepçã subjectiva do esforço, como resposta a diferentes estimulações tipo, em treino de Nataçã Desportiva*. Tese de Mestrado em Treino de Alto Rendimento. Lisboa: FMH – UTL.
- 📖 Reid, M., Drummond, P., & Mackinnon, L. (2001). The Effect of Moderate Aerobic Exercise and Relaxation on Secretory Immunoglobulin A. *International Journal of Sports Medicine*, 22, pp. 132-137.
- 📖 Roitt, I.; & Delves, P. (2001). *Roitt's Essencial Immunology* (10<sup>th</sup> Ed). Vitoria Blackwell Publishing Company.

- 📖 Seeley, R., Stephens, T. & Tate, P. (1997). *Anatomia & Fisiologia (3<sup>rd</sup> Ed.)*. Lisboa: Lusodidacta.
- 📖 Shephard, R. (1997). *Physical Activity, Training and the Immune Response*. USA: Cooper Publishing Group.
- 📖 Sobral, F., & Silva, M. (1997). *Cineantropometria – Curso Básico*. Coimbra: FCDEF - UC.
- 📖 Teixeira, A. (2001). Sport and Immune System: Does Physical Activity Decrease Susceptibility to Disease. *Multidisciplinary approach to human movement*. Coimbra: FCDEF – UC.
- 📖 Tharp, G. (1991). Basketball Exercise and Secretory Immunoglobulin A. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 60, pp61-64.
- 📖 Thomas, J. R. & Nelson, J. K. (1996). *Research Methods in Physical Activity (3<sup>rd</sup> Ed.)*. Champaign: Human Kinetics.
- 📖 Vander, A., Sherman, J., & Luciano, D. (1996). *Human Physiology – The Mechanisms of Body Function (6<sup>th</sup> Ed.)*. Michigan: McGraw Hill.
- 📖 Vicent, W. (1995). *Statistics in Kinesiology*. Champaign: Human Kinetics.
- 📖 Walsh, N., Bishop, N., Blackwell, J., Wierzbicki, S., & Montague, J. (2002). Salivary IgA Response to Prolonged Exercise in a Cold Environment in Trained Cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(10), pp. 1632-1637

# **ANEXOS**

**ANEXO 1 – Cartas aos Clubes /  
Termo de Consentimento**

Ao Presidente do Clube Náutico Académico de Coimbra  
Dr. António Martins  
COIMBRA

Exmo. Senhor Presidente

Os alunos responsáveis pela investigação a realizar no âmbito da disciplina de seminário do 5º ano, da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, orientados pelos docentes Dr<sup>a</sup> Ana Maria Teixeira e Mestre Luis Manuel Pinto Lopes Rama, vêm por este meio solicitar que V.<sup>a</sup> Ex. autorize a participação de alguns atletas nadadores do seu clube, no estudo por nós desenvolvido.

Com o objectivo de conhecer a resposta de um parâmetro do sistema imunitário em diferentes condições de esforço em nadadores, pretendemos reunir, com o seu consentimento, os nadadores do seu clube em quatro momentos distintos para recolha de dados, dois em situação de nado aeróbio contínuo e intermitente e outros dois em laboratório, para determinação do VO<sub>2</sub> máx e potência anaeróbia. É de salientar que estes quatro momentos em nada perturbarão a respectiva performance competitiva ou a condição física de treino. Os quatro momentos ocorrerão em duas semanas consecutivas, nos dias 11, 13, 18 e 20 de Janeiro de 2005. Serão recolhidas amostras de saliva e micro amostras de sangue capilar, para avaliar o comportamento dos diferentes marcadores bioquímicos, em regime de esforço aeróbio e anaeróbio.

Os dados recolhidos pretendem evidenciar possíveis relações da IgA salivar em diferentes condições de esforço, que poderão dar indicações sobre o sistema imunitário dos atletas e sua relação com a actividade desportiva.

Gratos pela compreensão e disponibilidade nos despedimos,

---

Coimbra, 15 de Dezembro de 2004

Ao Presidente da Secção de Natação da Associação  
Académica de Coimbra  
Dr. Hugo Figueiredo  
COIMBRA

Exmo. Senhor Presidente

Os alunos responsáveis pela investigação a realizar no âmbito da disciplina de seminário do 5º ano, da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, orientados pelos docentes Dr<sup>a</sup> Ana Maria Teixeira e Mestre Luis Manuel Pinto Lopes Rama, vêm por este meio solicitar que V.<sup>a</sup> Ex. autorize a participação de alguns atletas nadadores do seu clube, no estudo por nós desenvolvido.

Com o objectivo de conhecer a resposta de um parâmetro do sistema imunitário em diferentes condições de esforço em nadadores, pretendemos reunir, com o seu consentimento, os nadadores do seu clube em quatro momentos distintos para recolha de dados, dois em situação de nado aeróbio contínuo e intermitente e outros dois em laboratório, para determinação do VO<sub>2</sub> máx e potência anaeróbia. É de salientar que estes quatro momentos em nada perturbarão a respectiva performance competitiva ou a condição física de treino. Os quatro momentos ocorrerão em duas semanas consecutivas, nos dias 11, 13, 18 e 20 de Janeiro de 2005. Serão recolhidas amostras de saliva e micro amostras de sangue capilar, para avaliar o comportamento dos diferentes marcadores bioquímicos, em regime de esforço aeróbio e anaeróbio.

Os dados recolhidos pretendem evidenciar possíveis relações da IgA salivar em diferentes condições de esforço, que poderão dar indicações sobre o sistema imunitário dos atletas e sua relação com a actividade desportiva.

Gratos pela compreensão e disponibilidade nos despedimos,

---

Coimbra, 15 de Dezembro de 2004

## **“Medição de parâmetros bioquímicos em esforço aeróbio e anaeróbio em meio aquático e em laboratório.”**

Obrigado por ter demonstrado interesse neste projecto. Por favor leia cuidadosamente esta folha informativa antes de decidir participar. Se anuir em participar desde já agradecemos, no entanto não existirá qualquer tipo de desvantagem se a sua decisão for contrária e agradecemos de qualquer modo o facto de ter ponderado a sua participação.

Em qualquer altura poderá abandonar este projecto sem qualquer desvantagem.

Este projecto insere-se no âmbito da disciplina de seminário do 5º ano do curso de Ciências do Desporto e Educação Física, da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

A amostra será composta por 12 nadadores do sexo masculino, com idades superiores a 16 anos.

Ao aceitar participar no projecto, ser-lhe-á pedido que tome parte no mesmo em quatro momentos distintos que ocorrerão em duas semanas consecutivas, nos dias 11, 13, 18 e 20 de Janeiro de 2005. Serão recolhidas amostras de saliva e micro amostras de sangue capilar, para avaliar o comportamento dos diferentes marcadores bioquímicos, em regime de esforço aeróbio e anaeróbio. Serão ainda recolhidos dados relativos à frequência cardíaca e à percepção subjectiva de esforço.

Os dados recolhidos pretendem evidenciar possíveis relações da IgA salivar em diferentes condições de esforço, que poderão dar indicações sobre o sistema imunitário dos atletas e sua relação com a actividade desportiva.

Todos os registos recolhidos serão confidenciais e só a equipa de avaliação terá acesso a eles. Os resultados deste estudo poderão ser publicados, mas jamais permitirão a identificação de qualquer elemento.

Se for o seu desejo, os responsáveis pelo projecto prontificam-se a disponibilizar os dados individuais ao próprio.

Os dados recolhidos serão armazenados com segurança e só os nadadores que foram mencionados poderão ter acesso a eles. No final, todas as informações recolhidas serão destruídas, exceptuando aquelas que por política de investigação tenham implicações relativamente às conclusões deste projecto, que serão armazenadas em segurança durante cinco anos após os quais serão destruídos

Se tiver dúvidas acerca do projecto agora ou no futuro, não hesite em colocá-las aos responsáveis pelo estudo, Dr.<sup>a</sup> Ana Maria Botelho Teixeira e Mestre Luis Manuel Pinto Lopes Rama do Centro de Estudos Biocinéticos da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e Andreia Caseiro, Cláudia Redondo, João Tsukagoshi e Patrícia Araújo da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

*Termo de consentimento*

Li a folha de informação relativa a este projecto e compreendi o seu âmbito e o que envolve a minha participação nele. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Compreendi que posso pedir informações adicionais em qualquer altura.

Sei que:

1. A participação do meu educando é totalmente voluntária.
2. O meu educando pode abandonar o projecto em qualquer altura sem qualquer desvantagem.
3. Os dados recolhidos serão destruídos quando o projecto terminar, excluindo aqueles dados necessários para sustentar as conclusões do estudo que serão conservados em segurança durante cinco anos e destruídos então.
4. Sei os riscos que envolvem a recolha de dados prevista.
5. Os resultados deste estudo poderão ser publicados mas o anonimato será preservado.

Concordo em permitir a participação do meu educando neste estudo:

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

(data)

---

(assinatura)

*Termo de consentimento*

Li a folha de informação relativa a este projecto e compreendi o seu âmbito e o que envolve a minha participação nele. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Compreendi que posso pedir informações adicionais em qualquer altura.

Sei que:

1. A minha participação é totalmente voluntária.
2. Posso abandonar o projecto em qualquer altura sem qualquer desvantagem.
3. Os dados recolhidos serão destruídos quando o projecto terminar, excluindo aqueles dados necessários para sustentar as conclusões do estudo que serão conservados em segurança durante 5 anos e destruídos então.
4. Sei os riscos que envolvem a recolha de dados prevista.
5. Os resultados deste estudo poderão ser publicados mas o anonimato será preservado.

Concordo em participar neste estudo:

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

(data)

---

(assinatura)

**ANEXO 2 – Ficha do Atleta e  
Protocolo de Recolha das Amostras  
de Saliva**

## FOLHA DE REGISTO

### NADO AERÓBIO INTERVALADO - 5 X 400M /45''

<b>Nº IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>NOME</b>
<b>DATA</b>	<b>HORA</b>

#### 1ª SÉRIE

	<b>100M</b>	<b>200M</b>	<b>300M</b>	<b>400M</b>
<b>TEMPO</b>				
<b>FG</b>				
<b>FC</b>	----	----	----	

#### 2ª SÉRIE

	<b>500M</b>	<b>600M</b>	<b>700M</b>	<b>800M</b>
<b>TEMPO</b>				
<b>FG</b>				
<b>FC</b>	----	----	----	

#### 3ª SÉRIE

	<b>900M</b>	<b>1000M</b>	<b>1100M</b>	<b>1200M</b>
<b>TEMPO</b>				
<b>FG</b>				
<b>FC</b>	----	----	----	

#### 4ª SÉRIE

	<b>1300M</b>	<b>1400M</b>	<b>1500M</b>	<b>1600M</b>
<b>TEMPO</b>				
<b>FG</b>				
<b>FC</b>	----	----	----	

#### 5ª SÉRIE

	<b>1700M</b>	<b>1800M</b>	<b>1900M</b>	<b>2000M</b>
<b>TEMPO</b>				
<b>FG</b>				
<b>FC</b>	----	----	----	

**RPE:** \_\_\_\_\_

**LACTATO:** \_\_\_\_\_

## PROTOCOLO DE RECOLHA DAS AMOSTRA DE SALIVA

As instruções em seguida apresentadas deverão ser cumpridas de forma a assegurar a viabilidade dos dados recolhidos.

Em cada um dos dias de realização do estudo as recolhas de amostra de saliva serão realizadas em 6 momentos diferentes:

IDENTIFICAÇÃO DO MOMENTO	DESCRIÇÃO DO MOMENTO	HORAS
1	Antes do aquecimento	
2	15 min depois do teste	
3	1h 30m depois do teste	
4	2h 30m depois do teste	
5	Manhã seguinte ao acordar	
6	24h depois do teste (antes do treino)	

A última recolha de amostra de saliva será combinada no dia de realização do protocolo.

### **Atenção:**

- Antes de realizar a recolha das amostras de saliva os indivíduos não deverão ingerir alimentos, mastigar pastilhas elásticas ou reбуçados no período de 30 – 45 minutos que antecedem a recolha.
- Não se deverão lavar os dentes com pasta dentífrica antes das recolhas, sendo apenas permitido bocejar a boca com água.
- O tempo de recolha das amostra, onde cada indivíduo deverá mastigar o algodão, deverá ser de rigorosamente 2 minutos. Após o qual será colocado no recipiente próprio (tubo ensaio) e ir directamente para o congelador, mantendo-se lá até à sua recolha por parte dos investigadores.

A recolha das amostras no domicílio dos elementos da amostra será previamente combinada.

Em caso de qualquer dúvida, deverá contactar o investigador.

Contacto:

Obrigado, pela tua colaboração!

# **ANEXO 3 – Escala de Percepção de Esforço - CR10 de Borg**

## **ESCALA CR10 DE BORG**

<b>VALORES</b>	<b>SENSAÇÃO DE FADIGA</b>
0	NENHUMA
0,5	APENAS APRECIÁVEL
1,0	MUITO LIGEIRA
2,0	LIGEIRA
3,0	MODERADA
4,0	ALGO FORTE
5,0	FORTE
6,0	
7,0	MUITO FORTE
8,0	
9,0	
10	MÁXIMA

# **ANEXO 4 – Dados: Caracterização da Amostra**

**Tabela 1** – Anos de treino (anos), volume médio anual (km) e prova mais pontuada.

<b>SUJEITOS</b>	<b>ANOS DE TREINO</b>	<b>VOLUME MÉDIO ANUAL</b>	<b>PROVA MAIS PONTUADA</b>
<b>01</b>	8	1400	200m - 669
<b>02</b>	8	1400	400m - 676
<b>03</b>	7	1400	220m - 724
<b>04</b>	6	1400	50m - 760
<b>05</b>	6	1400	100m - 637
<b>06</b>	5	1400	100m - 687
<b>07</b>	8	1500	100m - 632
<b>08</b>	8	1500	100m - 672
<b>09</b>	9	1500	100m - 753
<b>10</b>	7	1500	200m - 585
<b>11</b>	7	1500	100m - 659
<b>12</b>	6	1500	1500m - 635

**Tabela 2** – Massa corporal (kg), Altura (cm), Altura Sentado (cm), Envergadura (cm).

<b>SUJEITOS</b>	<b>MASSA CORPORAL</b>	<b>ALTURA</b>	<b>ALTURA SENTADO</b>	<b>ENVERGADURA</b>
<b>01</b>	55,2	164,5	84,0	171
<b>02</b>	65,0	182,5	92,2	193
<b>03</b>	58,0	174,0	87,0	184
<b>04</b>	79,6	191,6	95,1	194
<b>05</b>	59,4	177,4	91,5	190
<b>06</b>	69,4	171,5	88,4	173
<b>07</b>	59,8	172,6	91,5	174
<b>08</b>	68,0	173,7	91,2	175
<b>09</b>	72,0	183,0	95,0	190
<b>10</b>	72,8	179,6	89,6	181
<b>11</b>	68,2	182,6	92,5	187
<b>12</b>	70,0	172,3	92,4	174

**Tabela 3** – Pregas sub-escapular, supra-ilíaca, tricípital, abdominal, geminal e crural.

SUJEITOS	SUB-ESCAPULAR	SUPRA-ILÍACA	TRICÍPITAL	ABDOMINAL	GEMINAL	CRURAL
01	7	4	7	7	7	12
02	6	6	6	9	9	9
03	6	5	6	7	10	7
04	7	7	8	7	6	9
05	6	5	4	8	3	6
06	9	7	7	9	11	14
07	9	8	9	8	11	14
08	9	7	7	8	9	10
09	7	6	7	6	7	8
10	7	7	8	7	11	9
11	6	6	5	7	5	7
12	11	10	11	12	10	15

**Tabela 4** – Somatótipo da amostra.

SUJEITOS	ENDO	MESO	ECTO	CATEGORIAS
01	1,61	3,65	3,05	Mesomorfo-Ectomorfo
02	1,84	1,51	4,65	Ectomorfo Equilibrado
03	1,61	2,02	4,32	Ectomorfo Equilibrado
04	2,48	1,50	4,02	Ectomorfo Equilibrado
05	1,39	2,15	4,70	Mesoectomorfo
06	2,30	3,41	1,97	Mesomorfo Equilibrado
07	2,66	2,10	3,73	Endoectomorfo
08	2,33	3,38	2,57	Mesomorfo Equilibrado
09	2,10	2,32	3,62	Ectomorfo Equilibrado
10	2,30	2,60	2,91	Ectomorfo Equilibrado
11	1,71	2,34	4,14	Mesoectomorfo
12	3,32	1,96	2,02	Endomorfo Equilibrado

# **ANEXO 5 – Dados: Resultados do teste de nado**

**Tabela 5** – Tempo de cada série – 5x400/45’’ (min), Frequência gestual ( $\text{c}\cdot\text{min}^{-1}$ ), Frequência Cardíaca (bpm), Lactato , RPE.

SUJEITOS	SÉRIE 1	SÉRIE 2	SÉRIE3	SÉRIE4	SÉRIE 5	FG MÉDIA	FC	LACTATO	RPE
01	05:17,51	05:17,51	05:11,01	05:08,00	05:01,36	21,57	158	3,3	0,5
02	05:09,26	05:09,26	05:25,61	05:04,46	04:57,74	23,21	159	2,8	6,5
03	05:09,30	05:09,30	04:59,90	04:58,60	05:02,00	23,60	164	2,8	3
04	05:09,48	05:09,48	05:09,10	05:07,17	05:10,05	24,73	153	4,1	4
05	05:21,89	05:21,89	05:20,07	05:17,64	05:09,10	26,06	144	2,1	4
06	04:59,94	04:59,94	04:54,22	05:02,36	05:01,34	29,95	169	4,4	5
07	05:25,08	05:25,08	05:16,88	05:07,90	05:16,49	26,57	173	7,1	8
08	05:06,51	05:06,51	05:03,53	05:02,32	05:03,20	23,72	174	2,9	3
09	05:13,14	05:13,14	05:16,34	05:13,60	05:09,10	22,67	164	2,4	3
10	05:24,30	05:24,30	05:14,30	05:23,80	05:18,90	25,89	162	5,6	6
11	05:38,17	05:38,17	05:23,01	05:19,32	05:20,00	22,06	154	3,2	2
12	05:29,88	05:29,88	05:26,10	05:25,48	05:24,73	27,45	157	2,9	4

# **ANEXO 6 – Tratamiento Estadístico**