



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

**CINÉTICA DO COMPORTAMENTO DA IGA SALIVAR, EM RESPOSTA A UMA
TAREFA AERÓBIA – TESTE DE LUC-LÉGER**

ANDREIA CASEIRO

COIMBRA, 2005

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

**CINÉTICA DO COMPORTAMENTO DA IGA SALIVAR, EM RESPOSTA A UMA
TAREFA AERÓBIA – TESTE DE LUC-LÉGER**

Monografia de Licenciatura realizada no âmbito
do Seminário de Exercício Físico e Imunologia,
no ano lectivo de 2004/2005

COORDENADOR: Prof. Doutora Ana Teixeira
ORIENTADOR: Mestre Luís Rama

AGRADECIMENTOS

Agora que o final de mais um “acto” se aproxima, vejo a cortina descer e uma boa parte da minha “plateia” ausentar-se. Durante todo este tempo, ela acompanhou-me... Chorámos e rimos e chorámos a rir, daí a importância que lhe atribuo, pois desde o início permaneceram nos bons e maus momentos e aplaudiram todas as minhas decisões!

Esta “plateia” é representada por todos aqueles que permitiram que chegasse onde cheguei e que ao meu lado lutaram para que eu conquistasse um lugar ao sol. A todos eles quero manifestar o meu maior apreço pela amizade e carinho que sempre demonstraram e agradecer a vossa dedicação:

À minha Professora da primária, Esmeralda Sapinho, que foi de longe a melhor professora que tive e sem dúvida o melhor exemplo a seguir.

À Prof. Doutora Ana Teixeira pela ajuda facultada ao longo da realização deste estudo e ao Mestre Luís Rama por toda a disponibilidade, compreensão e força que transmitiu não só este ano, mas também em anos anteriores.

Aos clubes e respectivos atletas, que prontamente aceitaram participar nesta investigação. Sem eles, ela não teria sido de todo possível.

A todos os meus amigos, Anas, Patrícias, Gabi, Laurete, Antero, Cláudia, Betita, Fatinha, Mafalda e Vânia, e Tias, que, incansavelmente me acompanharam neste percurso, auxiliando-me nos momentos mais difíceis e acreditando nas minhas capacidades. Para todos eles e um especial agradecimento.

Como não podia deixar de ser, quero agradecer àqueles que mais permitiram que os meus objectivos fossem alcançados, os meus pais e irmão. A eles dedico este trabalho, pois se não fosse a força e ajuda que me deram, nunca teria chegado até aqui! Obrigada mãe pelos fabulosos lanches que me trazias nas horas de aperto, obrigada pai pela constante preocupação, obrigada mano pelo teu carinho.

ÍNDICE

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA	3
1. O que é o Sistema Imunitário?.....	3
2. Células do Sistema Imunitário.....	5
2.1. Monócitos/Macrófagos.....	5
2.2 Granulócitos.....	6
2.2.1. Neutrófilos.....	6
2.2.2. Eosinófilos.....	6
2.2.3. Basófilos.....	6
2.3 Linfócitos.....	7
2.3.1. Os Anticorpos.....	7
2.3.2. A estrutura das imunoglobulinas.....	7
2.4. Imunoglobulina A.....	8
2.5. Factores solúveis da resposta imunitária.	9
2.5.1. Citoquinas Exercício de nado aeróbio.....	9
2.5.2. Sistema Complemento.....	10
3. Exercício e o Comportamento do Sistema Imunitário.....	10
3.1 Exercício, Sistema Imunitário e Infecções do Tracto Respiratório Superior (ITRS).....	12
3.2 Modelos explicativos da relação entre o exercício e as ITRS.....	13
3.2.1 Modelo da curva em “J”.....	13
3.2.2 Modelo da “Janela Aberta”.....	14
3.2.3 Modelo Neuroendócrino.....	14
4. O exercício e a variação da concentração da IgA salivar.....	14
4.1 Variação dos níveis de IgA e o risco de ITRS.....	16
5. Caracterização das vias energéticas.....	18
5.1 Via Anaeróbia Aláctica.....	18
5.2 Via Anaeróbia Láctica.....	19
5.3 Via Aeróbia.....	19

6. Consumo Máximo de Oxigénio (VO_2 máx).....	19
6.1 Métodos para determinação do VO_2 máx.....	20
6.1.1 Teste de Luc-Léger.....	21
7. Escala de percepção de esforço de Borg – RPE.....	22
CAPÍTULO III – METODOLOGIA.....	25
1. Caracterização da amostra.....	25
2. Procedimentos.....	27
2.1. Enquadramento temporal.....	28
2.2. Teste de Luc-Léger para determinação do VO_2 máx.....	28
2.3. Frequência Cardíaca (Fc) e a Escala de Esforço Percebido (RPE).....	29
2.4. Recolha de saliva.....	29
2.5 Recolha das micro-amostras de sangue.....	29
3. Análise Estatística.....	30
CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	31
1. Teste de Luc-Léger.....	31
2. Parâmetros Fisiológicos.....	32
3. Percepção do esforço – CR10 de Borg.....	32
4. Parâmetros Imunitários.....	33
4.1. Análise Descritiva.....	33
4.2. Comparação dos valores da sIgA e da srIgA obtidos na recolha pré-exercício, com os restantes momentos.....	35
4.3 Comparação dos valores da sIgA e da srIgA obtidos 15min após aplicado o teste, com os restantes momentos.....	35
4.4 Comparação dos valores da sIgA e da srIgA obtidos 1h30min pós-teste, com os restantes momentos.....	36
4.5 Comparação dos valores da sIgA e da srIgA obtidos 2h30min pós-teste, com os restantes momentos.....	37
4.6 Comparação dos valores da sIgA e da srIgA obtidos na recolha efectuada na manhã seguinte, com os restantes momentos.....	37

CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	39
1. Resultados relativos ao Teste de Luc-Léger.....	39
2. Parâmetros Fisiológicos.....	40
3. Parâmetros Imunitários.....	40
3.1 Concentração de IgA salivar (sIgA).....	40
3.2 Taxa de secreção salivar (srIgA).....	41
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	43
1. Conclusões.....	43
2. Recomendações.....	44
CAPÍTULO VII – BIBLIOGRAFIA	47
ANEXOS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Esquema geral dos mecanismos que compõem o sistema imunitário....	4
Figura II.2 Diferenciação das células sanguíneas a partir de um conjunto de células comum localizado na medula óssea.....	5
Figura II.3 Estrutura da imunoglobulina A salivar.....	9
Figura III.1 Distribuição de somatótipos dos indivíduos que compõem a amostra..	27

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela II.1 Tipos de Imunoglobulinas, descrição e funções.....	8
Tabela III.1 Estatística descritiva. Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da idade decimal, dos anos de treino, do volume de nado por ano e das provas mais pontuadas.....	26
Tabela III.2 Estatística descritiva. Mínimos, máximos, médias e desvios padrões da idade decimal, massa corporal, altura, altura sentado, envergadura e Σ pregas (somatório das 6 pregas corporais).....	26
Tabela IV.1 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão dos dados recolhidos no teste Luc-Léger (número de percursos, velocidade atingida e VO_2 máx).....	31
Tabela IV.2 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão dos parâmetros fisiológicos controlados (lactatos, frequências cardíacas e VO_2 máx).....	32
Tabela IV.3 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da percepção de esforço	32
Tabela IV.4 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da Concentração de IgA salivar ($mg.dl^{-1}$) e da Taxa de Secreção da IgA ($\mu l.min^{-1}$), obtidas nos diferentes momentos.....	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico IV.1 Variação da sIgA ($\text{mg}\cdot\text{dl}^{-1}$) da primeira à última recolha.....	34
Gráfico IV.2 Variação da srIgA ($\mu\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$), da primeira à última recolha.....	34

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação II.1 Predição do $\text{VO}_2\text{máx}$ relativo ao teste de Luc-Léger.....	21
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
μl	microlitros
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celcius
ATP	Adenosina Trifosfato
bpm	batimentos por minuto
cm	centímetros
d	distância
dl	decilitros
Σ	Somatório
Dp	Desvio Padrão
Fc	Frequência Cardíaca
h	Horas
IgA	Imunoglobulina A
sIgA	Concentração de IgA salivar
srIgA	Taxa de secreção salivar
ITRS	Infecções do Tracto Respiratório Superior
Km	kilómetros
l	litros

m	metros
mg	miligramas
min	minutos
mm	milímetros
mmol	milimoles
M1	Primeiro momento de recolha salivar
M2	Segundo momento de recolha salivar
M3	Terceiro momento de recolha salivar
M4	Quarto momento de recolha salivar
M5	Quinto momento de recolha salivar
M6	Sexto momento de recolha salivar
RPE	Escala de Percepção de Esforço
t	tempo
s	segundos
V _{atingida}	Velocidade máxima atingida
P	Patamar atingido
VO ₂	Volume de oxigénio
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxigénio

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Cartas aos Clubes / Termo de Consentimento

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

ANEXO 3 – Escala de Percepção de Esforço – CR10 de Borg

ANEXO 4 – Dados: características de amostra

ANEXO 5 – Dados: resultados do teste de Luc-léger

ANEXO 6 – Tratamento Estatístico

RESUMO

Sendo o objectivo do presente estudo a análise da variação da Imunoglobulina A salivar em resposta ao esforço aeróbio – Teste de Luc-Léger, foram reunidos 12 nadadores do sexo masculino, de nível competitivo nacional, com média de idades igual a $17,03 \pm 0,89$ anos, com volume de treino médio anual $1450 \pm 70,71$ km e com $7,08 \pm 0,89$ anos de competição.

O protocolo adoptado incluiu a realização do teste de Luc-Léger (prova progressiva máxima), que permitiu a determinação do VO_2 máx; recolha de seis amostras de saliva: a primeira antes da aplicação do teste, a segunda 15min após o teste, a terceira e quarta, 1h30min e 2h30min após o teste, respectivamente, a quinta, na manhã do dia seguinte e a sexta 24h pós-teste. Foram também recolhidas micro-amostras de sangue para determinação da concentração de lactato, foi registada a frequência cardíaca e a percepção do esforço, através da escala CR10 de Borg.

O tratamento estatístico dos dados compreendeu a análise descritiva (mínimos, máximos, médias e desvios padrão) e o método estatístico Não-Paramétrico (Wilcoxon Test) para comparar os seis momentos. Foi estabelecido um nível de significância de 0,05.

Em relação à sIgA, observou-se um declínio altamente significativo ($p < 0,01$) 2h30min após ser aplicado o teste. Comparando com os valores iniciais, na manhã do dia seguinte registou-se um aumento significativo ($p < 0,05$) da sIgA. Vinte e quatro horas depois da realização do teste, os valores de sIgA regressam para próximo dos iniciais. Quanto aos níveis da srIgA os resultados obtidos foram bastante similares. Ou seja, também se verificou um decréscimo significativo nos 15min ($p < 0,05$) e 2h30min ($p < 0,01$) ulteriores ao exercício.

Entre as 2h30min e a manhã seguinte, os valores de sIgA e de srIgA aumentaram significativamente ($p < 0,01$), sugerindo-se que, o intervalo de tempo permitiu que os parâmetros imunitários fossem restabelecidos. No entanto, 24h depois os níveis de sIgA e de srIgA voltam a ser os mesmos que foram registados inicialmente.

Em suma, os resultados permitem concluir que, em resposta aguda ao esforço aeróbio (teste de Luc-Léger), parece existir uma supressão do sistema imunitário.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objectivo a análise da variação da Imunoglobulina A salivar em resposta ao esforço reconhecidamente aeróbio.

A importância deste estudo está relacionada com a utilidade que este poderá eventualmente vir a apresentar aos atletas e treinadores. Ou seja, se todo o estudo culminar num conjunto de dados correctos e fiáveis, talvez possamos aferir sobre algumas estratégias a implementar antes, durante e/ou após os treinos, de forma a minimizar os presumíveis efeitos nocivos do treino intenso sobre o Sistema Imunitário, designadamente, sobre a IgA salivar. Se realmente, for confirmada a relação: exercício intenso – diminuição da IgA salivar – aparecimento de ITRS, poderão ser criados hábitos que impeçam que, nos períodos de maior susceptibilidade, os atletas venham a contrair ITRS.

Desta forma o estudo vai incluir uma primeira parte, onde é feita uma breve revisão dos trabalhos já realizados nesta área. A segunda parte refere-se ao desenho experimental do estudo, isto é, ao modo como este vai ser aplicado e a quem vai ser aplicado: a amostra será composta por 12 nadadores do sexo masculino, com idades superiores a 16 anos; irão ser recolhidas amostras de saliva, micro amostras de sangue capilar, dados sobre a frequência cardíaca e a percepção subjectiva de esforço, em regime de esforço aeróbio fora de água, através da aplicação do teste Luc-Léger (teste progressivo, maximal e indirecto) como forma de avaliação da capacidade aeróbia dos atletas.

Depois de recolhidos os dados proceder-se-á à apresentação e discussão dos resultados obtidos. Para tal recorreu-se à análise estatística descritiva (mínimos, máximos, médias e desvios padrão) e não paramétrica utilizando o Wilcoxon Test, uma vez que os parâmetros imunitários não apresentavam um padrão de normalidade. Após a discussão serão apresentadas as conclusões e recomendações que, poderão ser essenciais à realização de um futuro estudo desta natureza.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

1. O QUE É O SISTEMA IMUNITÁRIO?

O sistema imunitário é constituído por múltiplos sistemas celulares e moleculares, que actuam de modo integrado para a sobrevivência do indivíduo. Sem ele, o nosso organismo estaria impossibilitado de combater os agentes oportunistas, que diariamente invadem o nosso organismo (Moffet, Moffet & Schauf, 1993).

A função primordial do sistema imunitário é distinguir o que é próprio do organismo, do que não lhe é próprio, sendo capaz de mobilizar um conjunto de mecanismos que lhe permitam ter capacidade para resistir às agressões de agentes patogénicos, sejam eles vivos, substâncias ou células do próprio organismo alteradas, como por exemplo as células neoplásicas (Barata et al., 1997).

A resposta imunitária, assim é denominada a reacção do organismo à entrada de um corpo estranho, é um processo que requer uma complexa comunicação e coordenação entre os tecidos, células e moléculas encontradas por todo o organismo. Esta resposta tem início quando um corpo estranho é fagocitado (mecanismo que destrói o agente agressor degradando as proteínas que o constituem) (Mackinnon, 1992).

Existem dois tipos de imunidade (Figura II.1), em função dos mecanismos ou processos usados, são elas:

- Imunidade Inata ou Não Específica – Constitui-se como a primeira barreira encontrada pelo microorganismo patogénico e é a primeira a actuar; as células envolvidas neste tipo de resposta imunitária reconhecem e ocupam-se do corpo estranho sem que tenha ocorrido qualquer exposição anterior. Este tipo de imunidade não envolve um aprimoramento da resposta com repetidas exposições (Mackinnon, 1992).

- Imunidade Adquirida ou Específica – Caracterizada por actuar contra agentes patogénicos específicos, este tipo de resposta apresenta ainda a

particularidade de gerar células, temporariamente indiferenciadas, funcionando como células memória, capazes de, por novo estímulo, desencadear uma resposta imunitária mais intensa e duradoura (Barata et al., 1997).

A imunidade adquirida pode também ser dissociada em duas respostas: a humoral ou mediada por anticorpos e a mediada por células. Na primeira há formação de anticorpos e na segunda são produzidas grandes quantidades de linfócitos activados, que são designados especificamente para destruir o agente estranho (Mackinnon, 1992).

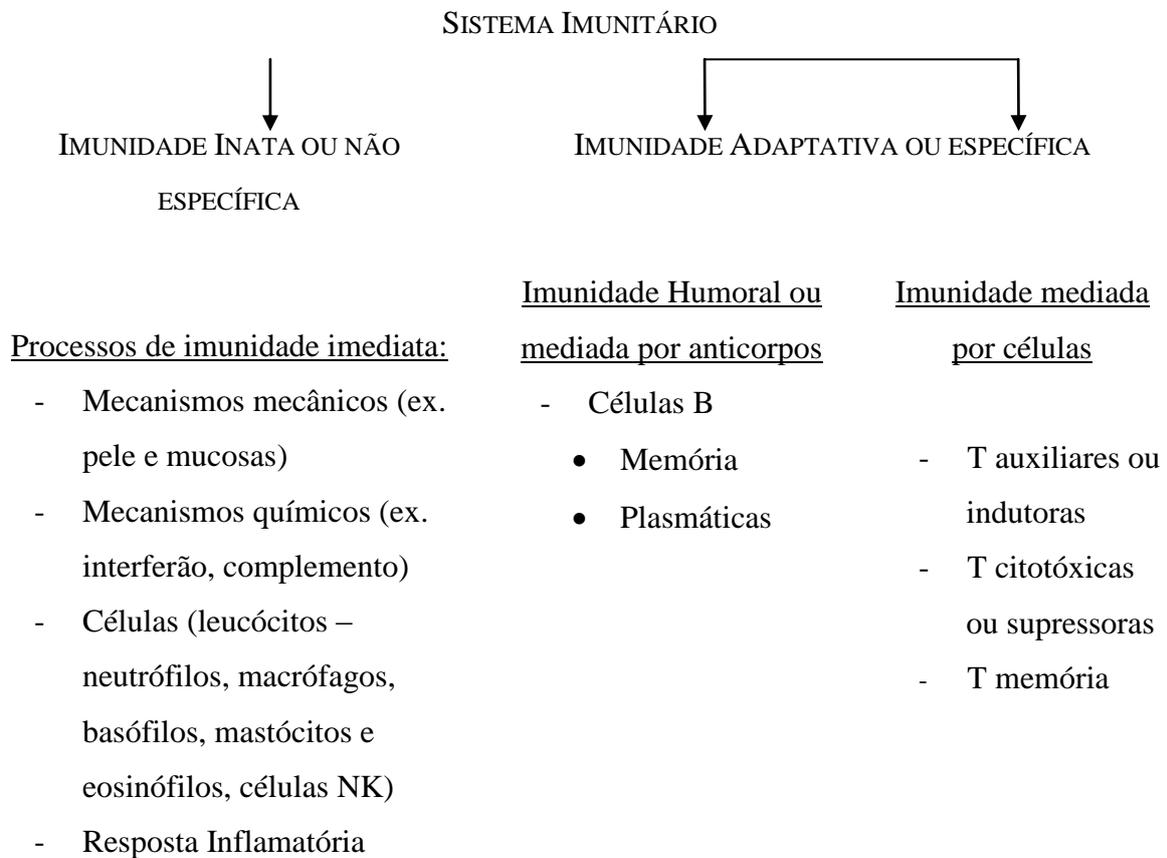


Figura II.1 Esquema geral dos mecanismos que compõem o Sistema Imunitário.

2. CÉLULAS DO SISTEMA IMUNITÁRIO

As células sanguíneas, designadamente as do sistema imunitário, têm uma origem comum, ou seja, todas derivam de uma única célula, denominada célula pluripotente indiferenciada, localizada na medula óssea. Esta célula, a partir do seu núcleo tem capacidade de se diferenciar podendo originar diferentes tipos de células em função da necessidade do organismo (Guyton & Hall, 1996).

A partir desta célula descendem três linhas de células, uma delas associada à diferenciação dos eritrócitos (glóbulos vermelhos) e as duas restantes, mieloíde e linfóide, associadas à diferenciação das células imunitárias, respectivamente os monócitos/macrófagos e granulócitos, e linfócitos T e B (Moffet, Moffet, & Schauf, 1993). O sistema imunitário é constituído por um conjunto de órgãos e células imunitárias, sendo as principais células do sistema os leucócitos ou glóbulos brancos.

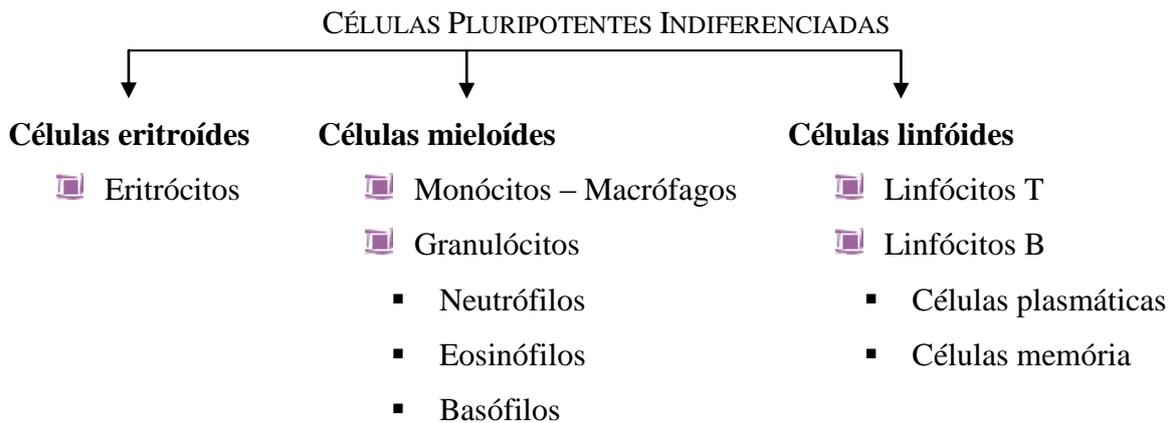


Figura II.2 Diferenciação das células sanguíneas a partir de um conjunto de células comum localizado na medula óssea (adaptado de Moffet, Moffet, & Schauf, 1993).

2.1. MONÓCITOS/MACRÓFAGOS

Os monócitos são encontrados na circulação sanguínea, podendo também localizar-se nos tecidos aquando de uma lesão, inflamação e infecção. Uma vez nos tecidos, estas células diferenciam-se posteriormente em macrófagos (Mackinnon, 1992). Os monócitos apresentam vida curta e fraca capacidade para combater os

agentes infecciosos. Já os macrófagos são células fagocitárias extremamente poderosas (Guyton & Hall, 1996; Seeley, Stephens & Tate, 1997).

Os monócitos são células relativamente grandes que estão envolvidas na primeira etapa da resposta imunitária, primariamente através da fagocitose dos microorganismos e posterior apresentação dos antígenos aos linfócitos (Mackinnon, 1992).

2.2 GRANULÓCITOS

2.2.1 NEUTRÓFILOS

Os neutrófilos constituem a maioria de leucócitos circulantes e são células fagocitárias que destroem microorganismos ingeridos através da libertação de enzimas. Normalmente são as primeiras células a deixar o sangue e a entrar nos tecidos afectados, sendo por isso consideradas a primeira linha de defesa do organismo contra agentes infecciosos e substâncias estranhas (Guyton & Hall, 1996; Seeley et al., 1997). Estas células são atraídas aos locais infectados por factores quimiotácticos produzidos por outros leucócitos (Mackinnon, 1992).

2.2.2 EOSINÓFILOS

Constituindo uma pequena percentagem dos leucócitos circulantes, estas células apresentam uma fraca capacidade fagocítica, sendo mais especializados na resistência a infecções parasitárias (Mackinnon, 1992). Embora a maior parte dos parasitas seja muito grande para ser fagocitado pelos eosinófilos, estes aderem aos parasitas e libertam substâncias que eliminam muitos deles (Abade, 2000).

Os eosinófilos libertam enzimas responsáveis pela redução da reacção inflamatória. Por este motivo, este tipo de leucócitos apresenta uma tendência especial para se acumular nos tecidos onde ocorreram reacções alérgicas (Guyton & Hall, 1996; Seeley et al., 1997).

2.2.3 BASÓFILOS

Os basófilos constituem uma parte extremamente reduzida de leucócitos circulantes e são as primeiras células envolvidas nas reacções alérgicas e inflamatórias (Mackinnon, 1992).

2.3 LINFÓCITOS

Os linfócitos T regulam grande parte da resposta imunitária, designadamente, a actividade dos linfócitos B. Este tipo de linfócitos são os responsáveis pela já denominada imunidade humoral ou mediada por anticorpos.

A exposição dos linfócitos a um antígeno específico, resulta num crescimento celular seguido de divisões sucessivas, destas resultam dois grupos de células. Um dos grupos é constituído por células indiferenciadas, correspondentes às células memória; do outro fazem já parte células diferenciadas, denominadas de células plasmáticas. Estas últimas são responsáveis pela grande produção de anticorpos (Fox, 1996; Mackinnon, 1992).

2.3.1 OS ANTICORPOS

Os anticorpos são glicoproteínas produzidas e segredadas pelas células plasmáticas, também denominadas imunoglobulinas. Cada célula B produz anticorpos específicos que reconhecem apenas um antígeno (Mackinnon, 1992; Fox, 1996; Vander, Sherman & Luciano, 1998), importante será referir que esta habilidade só é possível devido à existência de receptores nas membranas dos linfócitos. É o conjunto formado pelos receptores mais os anticorpos que constituem as imunoglobulinas (Fox, 1996; Vander et al., 1998).

2.3.2 A ESTRUTURA DAS IMUNOGLOBULINAS

A estrutura básica da molécula de imunoglobulina é constituída por quatro cadeias de polipeptídeos, duas cadeias leves e duas cadeia pesadas, ligadas por pontes de dissulfureto. As duas terminações da molécula apresentam funções distintas: uma é o local onde se liga o antígeno (estrutura tridimensional) e a outra é para se ligar aos receptores presentes nas membranas das células imunitárias (estrutura bidimensional) (Mackinnon, 1992).

Existem cinco classes de imunoglobulinas, que apesar de similares na estrutura, são diferentes no tamanho, composição e na função específica que desempenham, são elas: IgA, IgD, IgG, IgE e IgM (Quadro 1). Estas podem ser encontradas no soro humano e noutros fluidos corporais, como as lágrimas, saliva, secreções genitais ou secreções do tracto gastro-intestinal, divergindo nos níveis de concentração (Mackinnon, 1992).

Tabela II.1 Tipos de Imunoglobulinas, descrição e funções (Matos, 2004).

Classe	% no Plasma	Descrição/Função
IgA	15	<ul style="list-style-type: none"> • Predominante nas secreções (saliva, lágrimas, leite materno, etc.) • Protege o organismo de invasões virais ou bacterianas através das mucosas.
IgD	0,2	<ul style="list-style-type: none"> • É encontrada na superfície de muitos linfócitos B, funcionando como receptor de antígenos.
IgG	80 a 85	<ul style="list-style-type: none"> • Estimula a fagocitose e activa o sistema complemento; • Identifica microorganismos para aglutinação ou lise e oferece imunidade passiva ao recém-nascido.
IgE	0,002	<ul style="list-style-type: none"> • Liga-se aos mastócitos e aos basófilos estimulando a resposta inflamatória; • Desempenha um papel importante na imunidade contra os parasitas; • Está envolvida na reacção alérgica.
IgM	5 a 10	<ul style="list-style-type: none"> • Segregada durante as respostas primárias; • Juntamente com a IgG, aumenta a resposta humoral específica contra bactérias e vírus; • Activa o sistema complemento e estimula a fagocitose; • Identifica microorganismos para aglutinação ou lise; • É encontrada na superfície dos linfócitos B, funcionando como receptor de antígenos.

A classe a que pertence cada imunoglobulina é determinada pela porção que se liga aos receptores das células (bidimensional). As consequências da ligação imunoglobulina-antígeno podem ser várias e são também determinadas pela zona bidimensional da molécula, a referir: aglutinação, neutralização, precipitação e lise.

2.4 IMUNOGLOBULINA A

Como já foi referido, a IgA encontra-se predominantemente nas secreções exócrinas, como o leite materno, mucosas do tracto respiratório e gastro-intestinal, saliva e lágrimas.

Esta imunoglobulina é classificada como o mais importante mediador da imunidade ao nível das mucosas, nomeadamente no que se refere às infecções do tracto respiratório superior (ITRS). Ela actua como primeira linha de defesa depois da colonização dos agentes infecciosos nas superfícies mucosas através da exclusão, neutralização e eliminação dos agentes patogénicos virais (Matos, 2004). Através desta actuação ela apresenta-se como a mais importante na protecção da superfície das mucosas, provendo anticorpos específicos para darem resposta aos agentes

patogénicos, e formando uma barreira, na superfície das mucosas, que previne a entrada de antígenos (Mackinnon, 1994; citado em Akimoto et al., 2003)

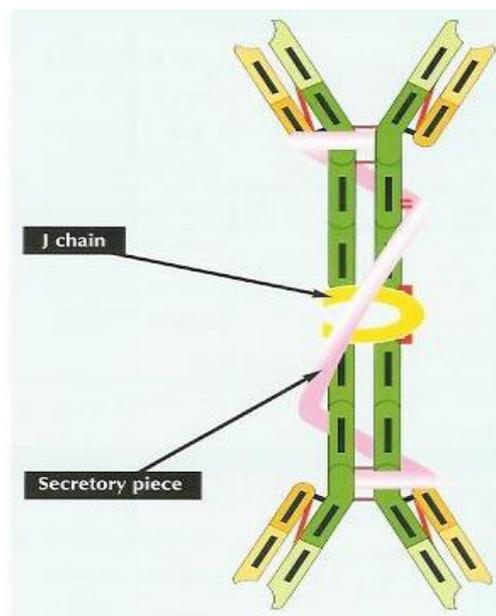


Figura II.3 Estrutura da Imunoglobulina A salivar (Roitt, & Delves, 2001).

2.5 FACTORES SOLÚVEIS DA RESPOSTA IMUNITÁRIA

Para além das células intervenientes na resposta imunitária, estão ainda envolvidos vários factores solúveis. Estes podem actuar na activação de células imunitárias, como mediadores químicos entre as diferentes células; como agentes responsáveis pela neutralização ou destruição de agentes estranhos; e na regulação da resposta imunitária (Mackinnon, 1992).

2.5.1 CITOQUINAS

As citoquinas são polipeptídeos envolvidos na comunicação entre as células linfóides (Cohen, 1990 e Hamblin, 1988, citados em Mackinnon, 1992). A função destas é estimular o crescimento e a diferenciação das células imunitárias, actuando ainda na activação das suas funções (Mackinnon, 1992).

As citoquinas podem ser divididas em quatro classes gerais, que diferem nas suas funções, são elas: as interleucinas (IL), interferões (IFN), os factores de necrose tumoral (TNF) e os factores de crescimento (CSF).

- Interleucinas: são factores de crescimento das células linfóides, segregadas principalmente pelas células T, mas também pelos monócitos/macrófagos, células B e grandes linfócitos granulares;
- Interferões: são glicoproteínas libertadas pelas células infectadas, que actuam de modo a aumentar a resistência das células “saudáveis” à infecção (Robergs & Robergs, 1996, citado em Abade, 2000);
- Factores de necrose tumoral: dividem-se em dois tipos que, exercem conjuntamente uma actividade citotóxica contra células tumorais;
- Factores de crescimento: são divididos em três classes, que têm como função estimular a divisão e diferenciação de células mielóides (Mackinnon, 1992).

2.5.2 SISTEMA COMPLEMENTO

Este termo descreve um sistema de cerca de vinte proteínas, que são activadas no decorrer da resposta imunitária. Este sistema é de extrema importância e muito eficiente, estando envolvido no processo de destruição de células infectadas, na estimulação da fagocitose e na apresentação de antígenos (Mackinnon, 1992; Guyton et al., 1996).

3. EXERCÍCIO E O COMPORTAMENTO DO SISTEMA IMUNITÁRIO

Os parâmetros do Sistema Imunitário não apresentam todos a mesma resposta ao mesmo estímulo (exercício). A magnitude e direcção das alterações de qualquer parâmetro podem depender do doseamento do exercício e da condição física do indivíduo.

Existem provas consistentes de que o exercício crónico e intenso altera vários aspectos relacionados com a função das células imunitárias, incluindo os neutrófilos, a actividade citotóxica das células NK e a activação dos linfócitos.

A análise de um estudo, permite-nos verificar que, longos períodos de treino intenso podem conduzir a uma diminuição dos parâmetros do Sistema Imunitário, como a função dos neutrófilos, o nível das imunoglobulinas séricas e das mucosas, a concentração de glutamina plasmática e possivelmente a actividade das células NK.

Os efeitos combinados destas pequenas alterações podem comprometer a capacidade do organismo resistir a doenças (Mackinnon, 2000).

Num estudo levado a cabo por Pedersen e Toft (2000), os resultados nele obtidos sugerem que após o exercício muito intenso, o Sistema Imunitário é enfraquecido com concomitante aumento das inflamações, decréscimo das concentrações de linfócitos e da sua proliferação, supressão da imunidade natural e dos níveis de IgA segregados.

Alguns estudos de laboratório revelaram algumas alterações potencialmente negativas, nos parâmetros imunológicos, após o exercício prolongado: diminuição do número de linfócitos durante o período de recuperação, que se mantêm baixos durante mais de seis horas; significativo decréscimo das células NK e da capacidade citotóxica, uma a duas horas durante a recuperação.

Segundo Nieman et al. (1995), citado em Pedersen e Toft (2000), o exercício crónico pode aumentar ligeiramente a imunidade natural do organismo, enquanto a actividade dos neutrófilos parece sofrer uma pequena supressão. Já a imunidade adquirida, no geral, parece não ser afectada pelo exercício intenso e de longa duração. Pyne et al. (1995), citado em Pedersen e Toft (2000), faz ainda referência à imunidade inata, sugerindo que o exercício intenso e prolongado gera um comportamento diferente deste outro tipo de imunidade. Ou seja, foi observada uma tendência para o aumento da actividade das células NK e para o decréscimo da função desempenhada pelos neutrófilos. Esta última referência vai de encontro ao que foi encontrado no estudo de Nieman & Pedersen, (1999) em que é referido que, o exercício intenso tende a aumentar a actividade das células NK e a diminuir a função dos neutrófilos.

Um outro estudo, com 10 sujeitos do sexo masculino, desvendou que, quer o turno de exercícios da manhã quer o da tarde, causaram um aumento significativo do número total de leucócitos, neutrófilos e linfócitos circulantes, mas tiveram um efeito mínimo ao nível da actividade das células NK (Macfarlin, Mitchell, Macfarlin & Steinhoff, 2003).

De acordo com a revisão realizada por Nieman (1994), existem estudos que imediatamente após o exercício agudo registaram um aumento do número total de leucócitos. Aumento representado quer pelos linfócitos quer pelos neutrófilos e por uma pequena parte de monócitos. Os eosinófilos deixam a corrente sanguínea em grande número, enquanto que os basófilos praticamente não são afectados. O número

de células T citotóxicas/supressoras circulantes aumentam significativamente após o exercício muito intenso, enquanto que as células T auxiliares/indutoras e B são pouco afectadas.

Ao contrário do exercício intenso, o exercício de intensidade moderada induz uma menor diminuição no número de leucócitos, linfócitos e neutrófilos (Nieman, 1994). Ou seja, o exercício moderado parece estimular o Sistema Imunitário (Boyum et al., 1996), podendo aumentar a resistência às infecções, principalmente se realizado a longo prazo (Reid, Drummond & Mackinnon, 2000).

3.1 EXERCÍCIO, SISTEMA IMUNITÁRIO E INFECÇÕES DO TRACTO RESPIRATÓRIO SUPERIOR (ITRS)

Apesar desta ser uma área ainda com muito por explorar, existe já uma percepção geral, principalmente entre atletas de topo e treinadores, de que os atletas, quando sujeitos a períodos de treino intenso, apresentam um risco acrescido de vir a sofrer de infecções do tracto respiratório superior (Mackinnon, 2000).

Já o exercício moderado parece ter pequeno ou nenhum efeito sobre os parâmetros imunitários (Mackinnon, 2000). Um artigo pesquisado chega mesmo a referir que a actividade física moderada pode diminuir a susceptibilidade de contrair doenças, como as ITRS (Teixeira, 2001).

Segundo um estudo mais recente, está largamente aceite que o exercício extremamente extenuante pode incrementar a probabilidade de ocorrerem infecções virais durante os dias ou semanas seguintes ao exercício. De facto, o exercício praticado regularmente a um nível intenso pode causar supressão dos parâmetros da imunidade das mucosas (Close, Thielen & Bury, 2003).

As ITRS são das infecções mais descritas na literatura e às quais os atletas se apresentam mais vulneráveis. Estas podem ser definidas como as doenças infecciosas que surgem na região nasal e oral (Mackinnon, 1992 e Nieman, 1994). Os sintomas mais característicos deste tipo de infecções virais podem incluir dores de cabeça, febre, tosse, náuseas, expectoração, dores de estômago e sintomas gastrointestinais (Dowling, 2002).

Segundo Mackinnon (2000), a incidência das ITRS parece ser superior após competições importantes ou durante períodos de treino muito intensos. Ao contrário

do risco acrescido de ITRS que parece estar associado ao treino prolongado e intenso, o treino moderado aparenta não ter qualquer influência sobre o aumento das ITRS, podendo até existir a hipótese deste risco ser diminuído.

Os mecanismos que poderão estar envolvidos na significativa taxa de ITRS em atletas são:

- Aumento da frequência do volume ventilatório, existente durante a realização do exercício intenso e prolongado, podendo, desta forma, alterar a superfície e imunidade das mucosas do tracto respiratório superior, secando-as, reduzindo a eficiência dos mecanismos mucociliares, assim como a qualidade dos anticorpos segregados (IgA);

- Supressão da função imunitária, que devido à prática diária de exercício físico intenso diminui a defesa contra agentes patogénicos que causam ITRS;

- Depleção de importantes factores necessários à função imunitária, nomeadamente a glutamina e a vitamina C, que são importantes para um correcto funcionamento do Sistema Imunitário;

- O efeito adicional do stress psicológico do treino e da competição podem alterar os níveis de algumas hormonas imunomodadoras e consequentemente a função imunitária (Mackinnon, 2000).

A título de resumo, enquanto o exercício regular parece ser importante na prevenção de uma variedade de doenças (hipertensão, obesidade e diabetes), em atletas altamente treinados existem relatos de um maior número de infecções (Teixeira, 2001).

3.2 MODELOS EXPLICATIVOS DA RELAÇÃO ENTRE O EXERCÍCIO E AS ITRS

3.2.1 MODELO DA CURVA EM J

Este modelo pressupõe que o exercício moderado praticado durante um largo período de tempo reduz o risco de ocorrência de infecções, enquanto que em indivíduos que realizam exercícios com intensidades elevadas ou sedentários vêem a probabilidade de contraírem uma infecção aumentar (Teixeira, 2001). No entanto, os sedentários apresentam um menor risco de contrair ITRS do que os que praticam exercício a uma intensidade elevada (Nieman, 2000).

3.2.2 MODELO DA “JANELA ABERTA”

A hipótese da “janela aberta” sugere que na sua essência o sistema imunitário é melhorado durante o exercício moderado, e só o exercício intenso e de longa duração é seguido de imunodepressão. Enquanto esta imunodepressão subsiste, período denominado de “janela aberta”, os microorganismos podem invadir o organismo do indivíduo e causar infecções. É durante este período de imunodepressão, que os atletas apresentam um risco aumentado de vir a contrair infecções (Teixeira, 2001).

Desta forma, pode dizer-se que a imunodepressão e a “janela aberta” estão intimamente relacionadas. Se a imunodepressão se prolongar, a janela do oportunismo para os agentes patogénicos poderá ser mais pronunciada. Este facto poderá contribuir para o chamado “overtraining” (Dowling, 2002).

3.2.3 MODELO NEUROENDÓCRINO

Este modelo sugere que durante o exercício, a libertação de hormonas imunomoduladoras, dependendo da intensidade do exercício, interage provocando um aumento ou diminuição da função imunitária. O exercício moderado leva à libertação de hormonas imunoestimulantes (prolactina, hormona do crescimento, endorfinas e citoquinas estimulantes). Com o aumento da intensidade, as hormonas imunossupressoras (catecolaminas, cortisol e ACTH) são segregadas aumentando o risco dos atletas sofrerem de infecções (Teixeira, 2001).

4. O EXERCÍCIO E A VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DA IGA SALIVAR

Como já anteriormente referido, as imunoglobulinas são glicoproteínas produzidas pelas células B (Mackinnon, 2000). Desta forma, o número de células B produzidas localmente e a razão imunoglobulinas produzidas / quantidade de saliva segregada irão influenciar as concentrações de imunoglobulinas. O exercício muito intenso leva à ocorrência de vasoconstricções que podem, de alguma forma, confinar a migração das células B do plasma para a mucosa bucal, reduzindo o número de células segregadas e conseqüentemente a sua concentração (Shepard, 1997).

O volume de saliva segregado pode ser alterado por variações na homeostasia e nos ritmos circadianos (Schouten et al., 1988; citado em Shepard, 1997), por factores

psicológicos e desidratação, resultante de actividade física prolongada exposta ao calor (Shepard, 1997). Nas suas conclusões, este autor refere: “Ao passo que a actividade física moderada exerce pouca influência sobre a produção de IgA salivar, o exercício intenso orienta para uma substancial e sustentada redução de IgA salivar produzida”.

Numa revisão é referido que, o exercício moderado apresenta pouco, ou nenhum, efeito sobre o nível de anticorpos e de imunoglobulinas séricas e das mucosas. Em contraste, os níveis destes factores podem diminuir durante períodos de exercício intenso (Teixeira, 2001).

Após o exercício intenso, tem-se verificado uma forte diminuição das concentrações de IgA salivar. Mas estes níveis foram mais baixos em atletas excessivamente treinados quando comparados com atletas “bem treinados” (Mackinnon, 2000).

A concentração de IgA salivar não se altera durante o exercício moderado. Já com o aumento da intensidade do treino, as concentrações medidas em repouso e após o exercício diminuiriam progressivamente (Mackinnon, 2000).

Outro estudo revela que, a concentração de IgA parece ser menor durante as competições em atletas de elite comparados com não atletas. A concentração de IgA e a sua secreção diminuíram após o exercício intenso e prolongado e após um treino com intervalos curtos. Este refere ainda que, estudos recentes sugerem que a intensidade do exercício, poderá ser um factor importante na resposta da IgA ao exercício (Mackinnon, 1997).

Num estudo, levado a cabo por Gleeson, MacDonald, Pyne, Clancy & Cripps (2000) foram registadas diminuições significativas das concentrações de IgA depois das sessões de treino individuais. Ao longo de 12 semanas de treino houve pequenos, mas significativos, aumentos das concentrações de IgA antes e após o exercício.

O exercício regular a um determinado nível de intensidade pode causar supressão dos parâmetros imunitários nas mucosas. As concentrações de IgA salivar diminuem imediatamente após um turno de exercício intenso, regressando aos níveis normais em 24 horas. O treino intenso pode assim, levar a uma supressão prolongada dos níveis de imunoglobulina nas mucosas. Desta forma, este grau de supressão estará associado à intensidade do exercício e à duração ou volume do treino (Gleeson, 2000).

Em paralelo com o anteriormente referido, também Mackinnon & Jenkins (1993), registaram diminuições da IgA salivar, na ordem dos 60% após exercício intenso e intervalado, sugerindo que esta diminuição poderá estar relacionada com a diminuição da produção de saliva. Em acréscimo, a intensidade do exercício parece estar mais relacionada com a concentração da IgA do que com a diminuição da taxa de produção salivar.

Segundo Tharp & Barnes, citados em Mackinnon (1992), observou-se, ao longo de uma época de treino de natação, que os níveis de IgA salivar diminuíram cerca de 25% antes e após os treinos e à medida que a intensidade de treino aumentava.

Dimitrou, Sharp & Doherty (2002) observaram um aumento da concentração de IgA salivar após a realização de um teste de nado submáximo. Já a taxa de secreção de IgA salivar diminuiu, ainda que não tenha sido de forma significativa.

Matos (2004) verificou que, o nado aeróbio e anaeróbio, mas principalmente este último, levam a incrementos estatisticamente significativos dos níveis salivares da IgA. Ou seja, o exercício, principalmente o anaeróbio, como resposta aguda, parece levar a uma estimulação do sistema imunitário, através do aumento dos níveis de IgA.

O decréscimo da IgA salivar, pode reflectir ou uma baixa produção de IgA salivar por parte das células B, ou uma baixa capacidade de passagem da IgA do plasma para a saliva, ou um decréscimo da migração das células plasmáticas da circulação para as superfícies das mucosas.

4.1 VARIAÇÃO DOS NÍVEIS DE IGA E O RISCO DE ITRS

Dois estudos sugerem a existência de uma relação entre o declínio das concentrações de IgA salivar e o aparecimento de ITRS em atletas de elite. A concentração de IgA salivar é o único parâmetro do Sistema Imunitário que se apresenta correlacionado com o aparecimento de ITRS em atletas (Mackinnon, 2000).

Segundo Gleeson et al. (1999) os baixos níveis de IgA salivar estão associados a um aumento do risco de contrair doenças respiratórias. Este estudo sugere ainda que, controlar os níveis de IgA salivar na fase pré-treino, durante toda a época, pode

constituir uma vantagem para atletas e treinadores na medida em que permite avaliar o risco de um atleta sofrer infecções.

Gleeson (2000), referiu que baixos níveis de IgA salivar estão associados a um aumento do risco de ITRS. Uma desregulação de um qualquer componente do Sistema Imunitário, pode resultar na diminuição da sua capacidade de defesa e na danificação das estruturas mucosas

Há ainda outro estudo que revela que, o decréscimo da IgA salivar pode ser um possível factor no aumento da susceptibilidade dos atletas contraírem infecções respiratórias. Ou seja, baixos níveis de IgA salivar estão associados a uma elevada incidência de ITRS, ao passo que, níveis elevados de IgA salivar parecem estar menos relacionados com a incidência de ITRS (Walsh, Bishop, Blackwell, Wierzbicki & Montague, 2002).

Já outro estudo revelou que, as alterações dos níveis de IgA não mostraram qualquer relação com a incidência de infecções respiratórias. Os resultados do programa de treino registados durante o estudo não resultaram na supressão da IgA (Gleeson et al., 2000).

Ainda relativo a este estudo, a combinação dos resultados indica que, apesar do treino intenso induzir a supressão de alguns parâmetros do Sistema Imunitário, o risco de infecção é baixo num grupo de nadadores de elite “bem treinados”. Só os atletas, com volumes e intensidades excessivas de treino, é que parecem apresentar mais riscos de sofrerem infecções. Isto deve garantir aos treinadores e atletas que os regimes de treino não têm de estar necessariamente relacionados com o risco de infecções devido ao enfraquecimento do SI.

Tomasi & Plaut, citados em Mackinnon (1992), referem que a IgA salivar é a principal defesa do organismo contra microorganismos causadores de doenças como as ITRS. A IgA ajuda na prevenção destas infecções inibindo a “ligação” do vírus ou bactéria, à mucosa epitelial, assim como a replicação do vírus (Mackinnon, 1992).

5. CARACTERIZAÇÃO DAS VIAS ENERGÉTICAS

Independentemente da intensidade e duração de qualquer esforço físico, será sempre necessário um suporte energético. Desta forma, a capacidade de trabalho de qualquer grupo muscular estará dependente da disponibilidade das diferentes fontes energéticas (Ferrão, 2000).

A fonte de energia imediata necessária à contracção muscular provém da hidrólise da adenosina trifosfato ou ATP. Como o ATP existe em concentrações muito baixas nos músculos, e os mecanismos de regulação parecem prevenir a sua completa degradação, o organismo desenvolveu vias químicas que regeneram o ATP permitindo que a contracção muscular continue. Assim, existem três processos que, embora distintos, operam simultaneamente para satisfazer as exigências energéticas dos músculos (Gastin, 2001):

- Via Anaeróbia Aláctica
- Via Anaeróbia Láctica
- Via Aeróbia

As duas primeiras vias não requerem a presença de oxigénio. Nelas o ATP é formado rapidamente, permitindo aos indivíduos a realização de esforços de grande intensidade. Contudo, a capacidade destas vias é limitada pela quantidade de energia libertada apenas num turno de exercício (Gastin, 2001). Já a via aeróbia é descrita como sendo o processo mais complexo e de maior capacidade de produção de ATP, envolvendo o oxigénio nas suas reacções metabólicas. Apesar da sua potência ser fraca, a sua capacidade é praticamente ilimitada.

As diferenças de capacidade e potência entre as três vias não representam uma desvantagem, mas sim uma vantagem uma vez que elas interagem eficazmente de forma a repor o ATP (Gastin, 2001).

5.1 VIA ANAERÓBIA ALÁCTICA

Constitui o mecanismo mais simples e imediato de ressíntese de ATP através da degradação da fosfocreatina (CrP). Esta é a via que permite esforços de maior intensidade, pois a produção de ATP é muito rápida, estando apenas dependente de uma reacção enzimática (Barata et al., 1997).

5.2 VIA ANAERÓBIA LÁCTICA

Esta via constitui outro mecanismo que permite a ressíntese de ATP na ausência de oxigénio. Nesta, os fornecedores de energia são o glicogénio e a glicose, os quais são degradados em piruvato, e este em lactato.

Esta via é importante em exercícios de média duração e intensidades máximas (Ferrão, 2000).

5.3 VIA AERÓBIA

O sistema aeróbio recorre à oxidação de nutrientes para fornecer energia, pelo que, os hidratos de carbono, lípidos, e em algumas circunstâncias as proteínas, associam-se ao oxigénio libertando grandes quantidades de energia, utilizada na produção de ATP (Guyton & Hall, 2002).

Esta via é essencial à acção muscular durante esforços prolongados (Ferrão, 2000).

6. CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÉNIO (VO_2 MÁX)

A actividade muscular durante esforços prolongados está intimamente relacionada com a capacidade do metabolismo oxidativo. Um dos parâmetros de referência deste mecanismo energético é o consumo máximo de oxigénio.

Os valores de VO_2 máx expressam, directamente, a capacidade que o organismo tem para facultar a energia necessária à contracção muscular durante o metabolismo aeróbio (Maglischo, 2003).

À medida que a intensidade do esforço aumenta, o VO_2 sobe paralelamente até um certo valor que já não consegue ultrapassar apesar de novo aumento da intensidade do esforço (Barata et al., 1997). Esse valor é possível determinar durante intervalos repetidos de exercício, onde a velocidade vai aumentando progressivamente até o indivíduo atingir um “plateau”, ou seja, em que o aumento da velocidade não despoleta o aumento do consumo de oxigénio. Quando este “plateau”

é alcançado, diz-se que o indivíduo atingiu a sua capacidade máxima de consumo de oxigénio (Maglischo, 2003).

Atingido o VO_2 máx, os indivíduos continuam a aumentar a sua velocidade devido ao contributo do metabolismo anaeróbio. Este sistema possibilita que continue a ser fornecida energia aos grupos musculares, mas apenas por um curto período de tempo, uma vez que o oxigénio disponível não é suficiente para metabolizar as substâncias químicas resultantes deste processo (Maglischo, 2003). Desta forma, ocorrerá uma acumulação de ácido láctico nos músculos, alterando o pH dos mesmos de neutro para ácido (acidose), levando por fim à exaustão.

O VO_2 máx é geralmente expresso em valores relativos, ou seja, em $ml.kg^{-1}.min^{-1}$. A utilização desta unidade de medida, permite que tenhamos uma representação da quantidade de oxigénio inalada sem que esta seja influenciada pelo tamanho corporal de um indivíduo. Desta forma, o consumo de oxigénio é expresso tendo em conta o número de mililitros de oxigénio consumido por cada quilo de peso durante cada minuto de exercício ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) (Maglischo, 2003).

Em média, os valores de VO_2 máx relativos para mulheres e homens sem actividade física são, respectivamente, 40 e 46 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$. O maior valor registado por atletas do sexo feminino e masculino foi 74 e 94 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, respectivamente (Wilmore e Costill, 1988, citados em Maglischo, 2003).

6.1 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DO VO_2 MÁX

Existem diversos testes que permitem determinar o VO_2 máx. Estes podem ser de campo, mistos e laboratoriais e os protocolos para a sua realização podem ser classificados quanto à intensidade do esforço: máximos ou submáximos e, quanto à aplicação da carga: constantes ou progressivos. A medição do VO_2 máx pode ser directa ou indirecta (Adams, 2002).

A determinação do VO_2 máx em laboratório é, normalmente, considerada a melhor forma de determinação da capacidade aeróbia, mas também os testes de terreno usados para a avaliação da capacidade aeróbia têm demonstrado ser bastante seguros e válidos (The Cooper Institute for Aerobic Research, 1994). É por isso importante referir que, existem critérios normalmente utilizados para garantia da obtenção do VO_2 máx, são eles:

- Valor do consumo a partir do qual um aumento da intensidade do esforço provoca uma estabilização ou mesmo uma ligeira queda do consumo de oxigénio;
- Exaustão;
- Obtenção da Fc máxima determinada previamente;
- Quociente Respiratório (QR) superior a 1;
- Lactatémia superior a 8 mmol/L (Adams, 2002).

6.1.1 TESTE DE LUC-LÉGER

Este teste é utilizado em algumas baterias de testes de aptidão física, nomeadamente o EUROFIT (Conselho da Europa, Comité para o Desenvolvimento do Desporto, 1988), como forma de avaliar a potência aeróbia máxima dos indivíduos (Oliveira, 1998).

Tendo como mentores Léger e Lambert, este teste é uma prova progressiva máxima que tem como objectivo a determinação do VO_2 máx a partir da velocidade máxima atingida e é constituído por patamares de um minuto, verificando-se um aumento da velocidade e conseqüente aumento do número de percursos em cada patamar (Ferrão, 2000).

O teste de Luc-Léger foi inicialmente concebido com patamares de incremento de carga de dois minutos mas, razões de ordem motivacional levaram a que a duração dos patamares fosse reduzida para um minuto, mantendo o mesmo incremento da carga de cerca de $0,5 \text{ km.h}^{-1}$ em cada patamar (Mercier et al., 1983, citado em Oliveira, 1998).

A versão do teste de Luc-Léger com patamares de um minuto foi validada em crianças e em adultos, utilizando a técnica de retroextrapolação. Esta técnica consiste em medir o VO_2 na situação real logo após o final da prova. Desta forma, para esta nova versão, foi desenvolvida uma fórmula que introduz, para além da variável velocidade máxima atingida (VMA), a variável idade (Oliveira, 1998):

Equação II.1 Predição do VO_2 máx relativo ao teste de Luc-Léger

$$VO_2máx(ml.kg^{-1}.min^{-1}) = 31,025 + (3,238 \times V_{atingida}) - (3,248 \times Idade) + 0,1536(V_{atingida} \times Idade)$$

A razão associada ao acréscimo das duas variáveis na equação preditiva prende-se com o facto de, na faixa etária dos 6 aos 18 anos, para uma mesma velocidade de corrida, existir um decréscimo do custo energético, tornando-se o VO_2 dependente também da idade (Oliveira, 1998). A partir daqui, já muitas investigações foram realizadas utilizando este teste e todas concluíram que este estima de forma razoável o $VO_{2\text{máx}}$ (Liu et al., 1992, citado em Oliveira 1998).

7. ESCALA DE PERCEÇÃO DE ESFORÇO DE BORG – RPE

Segundo Borg & Borg (2001), as percepções dependem, em larga escala, dos órgãos sensoriais. Desta forma, a percepção deve ser entendida como um processo dinâmico que poderá ser afectado e alterado dependendo do contexto e do nível de adaptação.

Quanto à realização de um determinado exercício, é facilmente visível que no decorrer do mesmo, as sensações percebidas encontram-se intimamente relacionadas com a alteração de parâmetros fisiológicos que ocorrem durante o esforço. É através do custo subjectivo, resultante da realização do exercício, que o indivíduo opta por continuar ou não, ou por aumentar ao diminuir o ritmo (Morgan, citado em Rama, 1997).

Indubitavelmente se percebe que, o esforço percebido está intimamente relacionado com o conceito de intensidade do exercício, daí ele ser definido como a sensação de quão pesada e extenuante é uma tarefa física, enfatizando a tensão física vivenciada no trabalho muscular.

Uma medida de esforço percebido é o grau de peso e tensão vivenciado durante o exercício físico, e estimado de acordo com um método classificatório específico. Para a obtenção de níveis de esforço percebido poder-se-á recorrer a vários meios, entre eles a escala CR10 de Borg (Borg, 2000). Esta escala (a que irá ser utilizada no presente estudo) consiste numa variação de números do 0 ao 10, em que o 0 corresponde à classificação “absolutamente nada” e o 10 a “extremamente forte”.

A escala CR10 de Borg tem um grande potencial para avaliar não só as percepções sensoriais, mas também atributos de carácter mais complexo (Borg, 2000), sendo possível medir a intensidade de todo o tipo de percepções, experiências

e sentimentos (Borg & Borg, 2001). Resta ainda dizer que, 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).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Este capítulo procura descrever todos os processos que estiveram inerentes à realização deste estudo. Ou seja, será apresentada a caracterização da amostra, a descrição dos procedimentos, que incluirá o enquadramento temporal e o modo como as diferentes variáveis foram recolhidas, e o tratamento estatístico utilizado para análise dos resultados obtidos.

1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Este estudo contou com a participação de 12 atletas do sexo masculino, sendo todos os sujeitos praticantes de Natação pura Desportiva de alto rendimento. Para tal foi solicitado a dois clubes de natação da cidade de Coimbra, seis atletas.

A caracterização da amostra inclui medidas antropométricas, como: a estatura, a altura sentado e a envergadura. Foram também medidas seis pregas subcutâneas, propostas por Carter and Ackland (1994) para caracterização da composição corporal, (subescapular, supra-iliaca, tricípital, abdominal, geminal e crural), os diâmetros bicôndilo-femural e bicôndilo-humeral e os perímetros braquial e geminal, para posterior determinação do somatótipo dos indivíduos. O procedimento adoptado para recolha das diferentes medidas corporais está em consonância com o descrito por Sobral e Silva (1997). Estas medidas só foram possíveis determinar, através da utilização dos seguintes instrumentos: fita métrica, balança de bioimpedância, adipómetro, antropómetros, e ficha de registo de dados.

Para além das medidas antropométricas em cima referidas, foi também determinada a idade decimal dos indivíduos, esta de acordo com o proposto por Healy et al. (1981), citado em Fragoso & Vieira (2000).

Tabela III.1 Estatística descritiva. Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da **idade decimal**, dos **anos de treino**, do **volume de nado por ano** e das **provas mais pontuadas**.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade Decimal	15,33	18,64	17,03	0,89
Anos de treino (anos)	5	9	7,08	1,16
Volume de nado/ano (Km)	1400	1500	1450	70,71
Provas mais pontuadas*	585	760	674,08	51,47

*Pontuação calculada com base no “*International Point Score SC 2004*”

Tal como a tabela III.1 indica, a amostra é composta por indivíduos com uma média de idades igual a $17,03 \pm 0,89$, em que o mais novo tem 15 e o mais velho 18 anos.

Relativamente à competição e anos de treino é possível verificar que estes indivíduos apresentam já alguma experiência, o que pode ser confirmado pelo valor médio de anos de treino (7 anos) e pelo volume de nado médio anual (1450 km).

Tabela III.2 Estatística descritiva. Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da **massa corporal**, da **altura**, da **altura sentado**, da **envergadura** e do **somatório das seis pregas corporais**.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Massa Corporal (kg)	55,20	79,60	66,45	7,17
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
Σ Pregas (mm)	32,00	69,00	47,25	10,36

Na tabela III.2 é possível verificar as medidas antropométricas obtidas. Assim, constata-se que, em relação à massa corporal, altura, altura sentado e envergadura, os indivíduos apresentam médias ligeiramente superiores aos nadadores portugueses de elite do sexo masculino (Rama, 1997).

Relativamente à composição corporal, obtida através do somatório das pregas subcutâneas, verifica-se que o valor médio do Σ das pregas é $47,25 \pm 10,36$ mm. Estes valores poderão indicar que a amostra é relativamente homogénea, em termos de composição corporal.

Para além da determinação da composição corporal, as pregas subcutâneas permitiram também, juntamente com os diâmetros bicôndilo-femural, bicôndilo-humeral e os perímetros braquial e geminal, a classificação somatotipológica dos indivíduos, que neste caso será expressa de forma gráfica, através da localização do somatótipo no somatograma (Figura III.1).

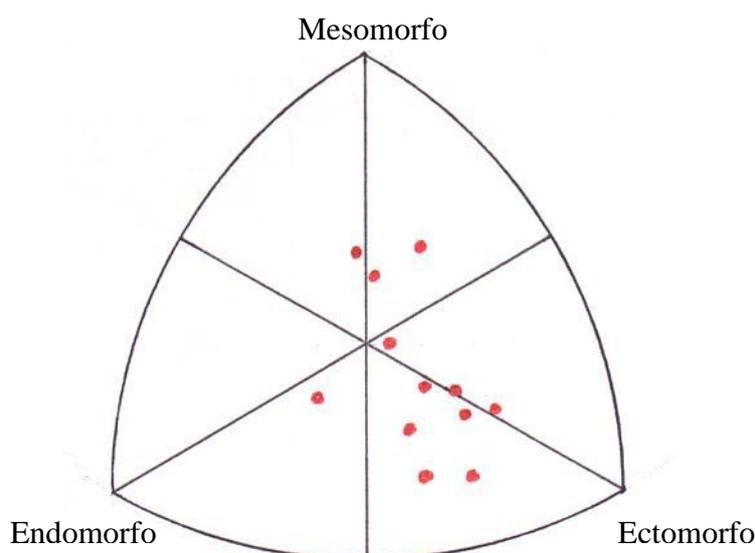


Figura III.1 Distribuição de somatótipos dos indivíduos que compõem a amostra, adaptado de Sobral e Silva (1997).

Desta forma, os indivíduos que compõem a amostra são classificados nas seguintes categorias: cinco são Ectomorfos Equilibrados, dois são Mesomorfos Equilibrados e outros dois Mesoectomorfos. Existem ainda três indivíduos, cada um classificado numa categoria diferente: Endomorfo Equilibrado, Endoectomorfo e Mesoectomorfo.

2. PROCEDIMENTOS

Antes da recolha de dados propriamente dita, os atletas foram devidamente informados sobre todos os procedimentos a que iriam ser submetidos. Para tal, foi entregue a cada atleta um termo de consentimento (consultar anexo), que deveria ser assinado pelos próprios atletas, ou pelos pais (caso dos atletas menores) aceitando a participação no estudo.

2.1. ENQUADRAMENTO TEMPORAL

Quanto à aplicação do teste de Luc-Léger, cada indivíduo foi avaliado individualmente e num único dia, entre as 16:00 e as 20:00 horas.

2.2. TESTE DE LUC-LÉGER PARA DETERMINAÇÃO DO VO₂MÁX

Para a realização deste teste foi marcado um percurso de 20 metros, uma vez que este consiste em realizar percursos de 20 metros, em regime de vaivém, a uma velocidade imposta por sinais sonoros (provenientes de uma gravação do protocolo do teste). Antes do início do mesmo, os indivíduos foram esclarecidos acerca do funcionamento do mesmo (ver protocolo em anexo).

O teste teve início com o primeiro sinal sonoro e com o indivíduo colocado na linha de partida. Durante o teste, os indivíduos tinham que chegar ao local marcado, ultrapassando a linha, antes de soar o próximo sinal sonoro. As mudanças de direcção deveriam ser realizadas com paragem e arranque para o lado contrário, evitando trajectórias curvilíneas.

O teste era concluído com a desistência do indivíduo, ou quando este não conseguia atingir a linha marcada duas vezes consecutivas.

Depois de reunido o número de percursos realizados por cada sujeito, procedeu-se à determinação do patamar atingido por cada um deles e consequente cálculo da velocidade atingida usando a fórmula:

$$V_{atingida} = 8 + (0,5 \times P)$$

em que a velocidade é dada em km.h⁻¹ e P corresponde ao patamar atingido. De seguida foi efectuado o cálculo do VO₂máx de cada indivíduo através da fórmula:

$$VO_2máx(ml.kg^{-1}.min^{-1}) = 31,025 + (3,238 \times V_{atingida}) - (3,248 \times Idade) + 0,1536(V_{atingida} \times Idade)$$

em que a velocidade é dada em km.h⁻¹ e a idade em anos.

2.3. FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC) E A ESCALA DE ESFORÇO PERCEBIDO (RPE)

Antes do teste ser iniciado, foi colocado no sujeito um cardio-frequencímetro POLAR® S810, para que no final do mesmo fosse possível registrar a frequência cardíaca.

Quanto ao RPE, no final de cada teste foi apresentado aos sujeitos a escala CR10 de Borg (Borg, 2000) e foi-lhes pedido que percepcionassem o seu esforço.

2.4. RECOLHA DE SALIVA

Para a determinação dos níveis de IgA salivar, foram recolhidas seis amostras de saliva em seis momentos diferentes (consultar protocolo em anexo). O primeiro momento correspondeu à recolha efectuada antes do aquecimento, o segundo, terceiro e quarto momentos corresponderam, respectivamente, às recolhas efectuadas 15 minutos, 1h30min e a 2h30min após o teste. A quinta recolha foi realizada na manhã seguinte e a sexta 24h após a aplicação do teste.

Após recolhidas e identificadas todas as amostras, foram medidos os volumes obtidos durante os dois minutos de mastigação, para posterior cálculo da taxa de secreção salivar obtida através da fórmula:

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

onde IgA_{sr} corresponde à taxa de secreção salivar por minuto ($\mu\text{l}/\text{min}$), $[IgA]$ à concentração de IgA em mg/dl e o V_{sal} ao volume obtido durante o minuto de mastigação (ml/min).

A saliva foi recolhida para uma salivette SARSTEDT®, caracterizada por ser um tubo próprio para o efeito, com um rolo de algodão no seu interior.

A determinação da concentração de IgA foi realizada por nefelometria (BN2 Analyser, Dade Behring, USA).

2.5. RECOLHA DAS MICRO AMOSTRAS DE SANGUE

A recolha das micro amostras de sangue foi realizada imediatamente após o término do teste para determinação dos níveis de lactato (Olbrecht, 2000, citado em Rama, 1997). O instrumento utilizado nesta recolha foi o Lactate Pro ®. Este aspira automaticamente uma amostra de $5\mu\text{l}$ de sangue e no espaço de um minuto apresenta

o valor da concentração de lactato sanguíneo (Mc Naughton, Thompson, Philips, Backx & Crickmore, 2002)

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para tratamento e análise dos dados adquiridos, foi utilizado o programa estatístico “*Statistical Package for Social Sciences – SPSS*”, versão 10.0 para *Windows*.

Foi utilizada a estatística descritiva na caracterização da amostra e nos dados obtidos durante o teste. Para tal foi usada a média aritmética, como medida de tendência central, e três medidas de dispersão (desvio padrão, mínimos e máximos).

Uma vez que algumas das variáveis não respeitavam um padrão de normalidade na distribuição, padrão esse testado através do rácio, foi usado para a análise da cinética dos valores da IgA absolutos e da taxa de secreção de IgA salivar, nos seis momentos, o Teste de Wilcoxon, um método estatístico Não-Paramétrico.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo irá incluir apenas a apresentação dos resultados consequentes da aplicação do teste de Luc-Léger e da recolha de saliva nos seis momentos que compõem o estudo. A discussão dos resultados será apresentada no capítulo seguinte. Desta forma e para melhor compreensão, os resultados serão apresentados por uma ordem lógica, ou seja, primeiro serão apresentados os dados resultantes da aplicação do teste, em segundo os parâmetros fisiológicos, em terceiro a percepção subjectiva de esforço e em quarto, os parâmetros imunitários. Nesta última parte será realizada a análise descritiva e a análise não paramétrica, através do Wilcoxon Test, dos valores de sIgA e srIgA obtidos nos seis momentos.

1. TESTE DE LUC-LÉGER

Tabela IV.1 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão dos dados recolhidos no teste Luc-Léger (número de percursos, velocidade atingida e VO₂máx).

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Número de Percursos	72	109	89,58	11,34
Velocidade (km.h⁻¹)	12	14	13,08	0,56
VO₂máx (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	48,35	56,99	52,33	2,84

De acordo com os dados apresentados na tabela IV.1, referentes aos resultados obtidos no teste de Luc-Léger, verifica-se que o número médio de percursos realizados pelos indivíduos foi 89,58±11,34.

No que se refere à velocidade máxima atingida, pode observar-se que, a velocidade média foi 13,08±0,56 km.h⁻¹.

Quanto ao VO₂máx é possível verificar que o valor médio registado foi 52,33±2,84 ml.kg⁻¹.min⁻¹.

2. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

Tabela IV.2 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão dos parâmetros fisiológicos controlados (lactatos, frequências cardíacas e VO₂máx).

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Lactato (mmol.l⁻¹)	11	20,7	14,34	3,01
Frequência Cardíaca (bpm)	182	207	196,58	7,06

A tabela IV.2 apresenta os valores correspondentes aos parâmetros fisiológicos. Nela pode observar-se que o valor mínimo e máximo de lactato, medidos imediatamente após o esforço, foram, respectivamente, 11 e 20,7 mmol.l⁻¹ e o valor médio 14,34±3,01 mmol.l⁻¹.

Quanto à frequência cardíaca, registada imediatamente após o término do exercício, verifica-se que os indivíduos atingiram, em média, os 196,58±7,06 bpm.

3. PERCEPÇÃO DE ESFORÇO – CR 10 DE BORG

Tabela IV.3 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da **percepção de esforço**.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
RPE	5	10	8	1,28

Na tabela IV.3 constata-se que, em média, os indivíduos classificaram este esforço num nível 8±1,28, em que o mínimo reportado foi 5 e o máximo 10. Estes dados indicam-nos, que os indivíduos classificaram, em média, este esforço como muito forte.

4. PARÂMETROS IMUNITÁRIOS

4.1. ANÁLISE DESCRITIVA

Tabela IV.4 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da **Concentração de IgA salivar** (mg.dl^{-1}) e da **Taxa de Secreção da IgA** ($\mu\text{l.min}^{-1}$), obtidas nos diferentes momentos.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
sIgA (mg.dl^{-1})				
Momento 1	2,20	22,90	8,15	5,76
Momento 2	1,59	12,10	5,60	3,31
Momento 3	2,58	16,30	7,19	4,38
Momento 4	1,32	5,91	3,53	1,59
Momento 5	2,80	178,00	31,41	47,39
Momento 6	2,69	16,70	7,59	4,04
srIgA ($\mu\text{l.min}^{-1}$)				
Momento 1	0,009	0,149	0,058	0,041
Momento 2	0,008	0,115	0,040	0,029
Momento 3	0,010	0,137	0,062	0,043
Momento 4	0,005	0,055	0,029	0,017
Momento 5	0,019	2,670	0,327	0,740
Momento 6	0,008	0,150	0,058	0,040

Na tabela IV.4 é possível observar as concentrações de IgA salivar (sIgA) e a taxa de secreção da IgA (srIgA), obtidas em cada momento. Assim, no que se refere à sIgA, verifica-se que foram os momentos 5 (manhã seguinte), 1 (pré-teste), 6 (24h pós-teste) e 3 (1h30min pós-teste) que maiores valores registaram, respectivamente, $31,41 \pm 47,39$, $8,15 \pm 5,76$, $7,59 \pm 4,04$ e $7,19 \pm 4,38$ mg.dl^{-1} . Os valores mais baixos foram encontrados nos momentos 4 (2h30min pós-teste) e 2 (15min pós-teste), respectivamente, $3,53 \pm 1,59$ e $5,60 \pm 3,1$ mg.dl^{-1} .

A mesma leitura pode ser feita para a srIgA, em que se observa que são os momentos 4 e 2 que registam os valores mais baixos, $0,029 \pm 0,017$ e $0,040 \pm 0,029$ $\mu\text{l.min}^{-1}$. Dos restantes momentos, o 5 e o 3 são os que apresentam valores mais elevados, $0,327 \pm 0,740$ e $0,062 \pm 0,043$ $\mu\text{l.min}^{-1}$, seguidos pelos momentos 1 e 6, ambos registando $0,058$ $\mu\text{l.min}^{-1}$.

Os valores aqui apresentados, como se pode constatar, indicam que existe uma grande dispersão dos resultados, desta forma a interpretação dos mesmos deverá incluir uma reflexão cuidada.

Os gráficos IV.1 e IV.2 indicam de forma mais clara, a variação da concentração da IgA salivar e da taxa de secreção da IgA, respectivamente, ao longo dos seis momentos.

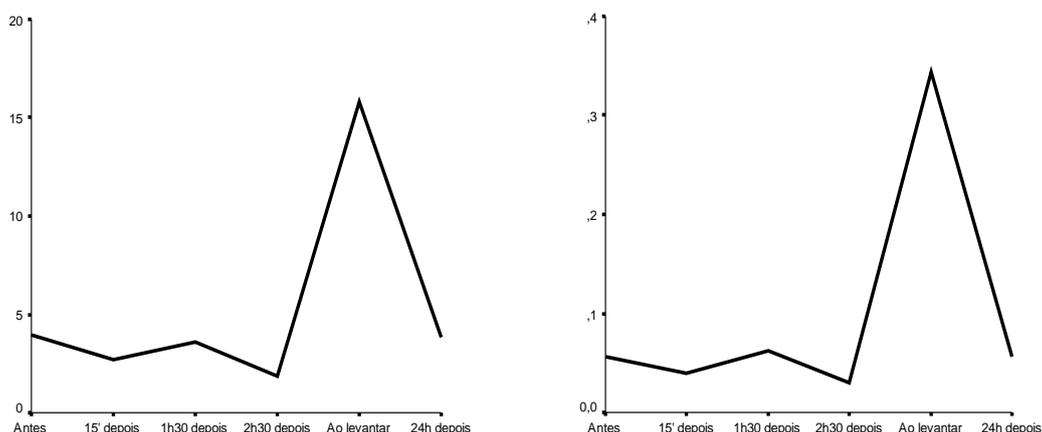


Gráfico IV.1 e IV.2 Respectivamente, variação da sIgA (mg.dl⁻¹) e da srIgA (μl.min⁻¹), da primeira à última recolha.

No que se refere ao comportamento da sIgA (gráfico IV.1) observa-se que, imediatamente após a aplicação do teste há um decréscimo da concentração média. Uma hora e meia depois, os valores médios de sIgA aumentam para os valores próximos dos obtidos na primeira recolha, voltando a sofrer um acentuado decréscimo nas duas horas e meia ulteriores à aplicação do teste. Na manhã seguinte, os valores médios de sIgA encontram-se bastante elevados, retomando os valores próximos dos obtidos na primeira recolha ao fim do dia, ou seja, 24 horas após a realização do teste.

O gráfico IV.2 mostra o comportamento da taxa de secreção da IgA salivar, e como é possível verificar, ele é análogo ao comportamento exibido pela concentração de IgA salivar nos seis momentos que compõem a análise. Assim, verifica-se que após a realização do teste a taxa de secreção diminui, registando, uma hora e meia depois um aumento dos valores médios, que se apresentam ligeiramente superiores aos registados na primeira recolha. Duas horas e meia depois, ocorre um novo declínio mas este mais expressivo, ou seja, neste momento os valores médios apresentam-se 50% mais baixos que no primeiro e terceiro momentos. À semelhança

dos valores médios da sIgA, é também na manhã seguinte que os valores da srIgA se apresentam mais elevados, mostrando-se, aproximadamente, seis vezes superiores aos atingidos no primeiro momento. Vinte e quatro horas depois, os valores médios da srIgA encontram-se bastante mais baixos mas exactamente iguais aos valores médios exibidos no primeiro momento, ou seja, o momento que antecede a aplicação do teste.

4.2. COMPARAÇÃO DOS VALORES DA sIGA E DA srIGA OBTIDOS NA RECOLHA PRÉ-EXERCÍCIO, COM OS RESTANTES MOMENTOS

Confrontado os valores obtidos na primeira recolha com os valores obtidos nos restantes momentos, constata-se que entre os valores iniciais de sIgA e as 2h30min pós-teste, existem diferenças altamente significativas ($Z=2,981$; $p < .01$). Neste caso, todos os indivíduos registaram uma diminuição dos valores da sIgA à excepção de um. Entre a primeira recolha e a recolha da manhã seguinte, verifica-se a existência de diferenças estatisticamente significativas ($Z=2,275$; $p < .05$), com um aumento dos valores da sIgA em nove indivíduos (75%) e uma diminuição em três.

Relativamente à taxa de secreção de IgA salivar, constata-se a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os valores registados inicialmente (momento um) e os 15min pós-teste ($Z=2,040$; $p < .05$), as 2h30min pós-teste ($Z=2,122$; $p < .05$) e a manhã seguinte ($Z=2,275$; $p < .05$). Comparativamente aos valores pré-teste, nos 15min pós-teste, observa-se uma diminuição dos mesmos em nove indivíduos (75%). Situação semelhante acontece 2h30min após o teste, em que oito indivíduos ($\approx 66,7\%$) apresentam valores de srIgA significativamente mais baixos. Entre os valores obtidos inicialmente e a manhã seguinte existe um aumento significativo nos valores de srIgA em nove (75%) dos doze indivíduos.

4.3. COMPARAÇÃO DOS VALORES DA sIGA E DA srIGA OBTIDOS 15MIN APÓS APLICADO O TESTE, COM OS RESTANTES MOMENTOS

No que se refere à concentração de IgA salivar, entre os valores correspondentes ao segundo momento (15min pós-teste) e os restantes, é possível constatar que

existem diferenças altamente significativas entre os 15min pós-teste e a manhã seguinte ($Z=2,903$; $p < .01$), onde se observa um grande aumento da sIgA em onze indivíduos ($\approx 91,7\%$) e apenas num se verifica uma diminuição.

Comparando os valores da taxa de secreção de IgA salivar, observa-se que existem diferenças significativas entre os 15min e 1h30min pós-teste ($Z=2,293$; $p < .05$), com oito indivíduos a registarem um aumento dos seus valores de srIgA, e os 15min e as 24h pós-teste ($Z=2,040$; $p < .05$), em que os mesmos oito indivíduos apresentam um aumento dos valores da srIgA. Quanto à relação 15min pós-teste e a manhã seguinte, os dados revelam que existem diferenças altamente significativas ($Z=2,786$; $p < .01$) entre estes dois momentos, onde onze dos doze indivíduos ($\approx 91,7\%$) aumentaram os seus valores de srIgA e apenas um diminuiu.

4.4. COMPARAÇÃO DOS VALORES DA SÍGA E DA SRÍGA OBTIDOS 1H30MIN PÓS-TESTE, COM OS RESTANTES MOMENTOS

Os valores de sIgA e srIgA obtidos uma hora e meia após a realização do teste, serão agora confrontados com os momentos remanescentes. Desta forma, verifica-se a existência de diferenças altamente significativas, nos valores da sIgA, entre a 1h30min e as 2h30min que seguiram a aplicação do teste ($Z=2,845$; $p < .01$), com dez indivíduos a apresentar valores significativamente mais baixos 2h30min depois da realização do teste. Também entre os momentos três (1h30min pós-teste) e cinco (manhã seguinte) existem diferenças estatisticamente significativas ($Z=2,312$; $p < .05$) resultantes de um acentuado aumento dos valores de sIgA salivar em oito indivíduos, na manhã seguinte.

Relativamente à srIgA, verifica-se que entre os momentos três (1h30min pós-teste) e quatro (2h30min depois do teste) existem diferenças altamente significativas ($Z=2,701$; $p < .01$) consequentes de uma diminuição dos valores de srIgA em nove indivíduos, do terceiro para o quarto momento.

4.5. COMPARAÇÃO DOS VALORES DA sIgA E DA srIgA OBTIDOS 2h30min PÓS-TESTE, COM OS RESTANTES MOMENTOS

Quanto aos valores de sIgA, verifica-se a existência de diferenças altamente significativas entre as 2h30min posteriores à aplicação do teste e a manhã seguinte ($Z=2,845$; $p < .01$), com dez indivíduos ($\approx 83,3\%$) a exibir um aumento dos valores na manhã seguinte; e entre as 2h30min e as 24h pós-teste ($Z=2,981$; $p < .01$), em que a maioria dos indivíduos ($\approx 91,7\%$) regista um aumento dos níveis de sIgA 24 horas depois.

À semelhança do que acontece com os valores da sIgA, também a srIgA apresenta diferenças entre os momentos quatro (2h30min pós-teste) e cinco (manhã seguinte) e os momentos quatro e seis (24h pós-teste). No primeiro caso, ou seja, entre o quarto e o quinto momento, as diferenças são altamente significativas ($Z=2,824$; $p < .01$) e resultantes de um aumento da srIgA em dez indivíduos, no quinto momento. No segundo caso, existem diferenças estatisticamente significativas ($Z=2,197$; $p < .05$) e são os mesmos dez indivíduos, referidos anteriormente, que também apresentam um aumento dos valores de srIgA do quarto para o sexto momento.

4.6. COMPARAÇÃO DOS VALORES DA sIgA E DA srIgA OBTIDOS NA RECOLHA EFECTUADA NA MANHÃ SEGUINTE, COM OS RESTANTES MOMENTOS

Resta ainda analisar a relação entre os valores obtidos na manhã seguinte (momento cinco) e as 24h que seguiram a aplicação do teste (momento seis), quer para a sIgA, quer para a srIgA. Assim, constata-se a existência de diferenças nas duas situações, embora se deva salientar que no caso da sIgA essas diferenças sejam altamente significativas ($Z=2,589$; $p < .01$), com 75% dos indivíduos a registarem uma diminuição significativa dos valores de sIgA, do quinto para o sexto momento. No caso da srIgA, as diferenças são estatisticamente significativas ($Z=2,275$; $p < .05$), em que $\approx 66,7\%$ dos indivíduos vêm diminuir os seus valores de srIgA do quinto para o sexto momento.

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a apresentação dos resultados permanece ainda por realizar a sua discussão, desta forma os dados obtidos no presente estudo serão confrontados com outros estudos que, poderão ou não, ir de encontro ao que foi encontrado.

Tal como a apresentação dos resultados, a discussão será organizada tendo em conta os parâmetros analisados, assim, primeiramente serão discutidos os resultados obtidos no teste de Luc-léger, depois os parâmetros fisiológicos resultantes da aplicação do mesmo e por fim, os parâmetros imunitários (sIgA e srIgA).

1. RESULTADOS RELATIVOS AO TESTE DE LUC-LÉGER

Quanto ao número médio de percursos realizados pelos sujeitos do presente estudo, $89,58 \pm 11,34$, este é claramente superior ao obtido por Ferrão (2000), onde o número médio de percursos foi $65,07 \pm 8,6$ para 15 indivíduos hoquistas do sexo masculino com média de idades igual a $16,0 \pm 0,4$, e por Oliveira (1998), onde 46 indivíduos do mesmo sexo, mas com média de idades igual a $15,0 \pm 0,7$, realizaram em média $67,0 \pm 18,2$ percursos.

Em relação à velocidade média atingida, $13,08 \pm 0,56 \text{ km.h}^{-1}$, esta revelou ser superior quando comparada com a obtida por Ferrão (2000) em que a velocidade média atingida foi $11,90 \pm 0,9 \text{ km.h}^{-1}$. No entanto, outro estudo com indivíduos fisicamente activos e com média de idades igual a 20,4 anos, a velocidade média alcançada foi $13,56 \pm 0,23 \text{ km.h}^{-1}$ (Antunes, 2002), ou seja, ligeiramente superior à encontrada no presente estudo.

Quanto ao valor médio de $\text{VO}_2\text{máx}$ obtido, $52,33 \pm 2,84 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, e comparando com resultados auferidos por outros estudos verifica-se que, estes indivíduos apresentam, em média, valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ mais elevados que os registados por Ferrão (2000) e Antunes (2002), que obtiveram respectivamente, $47,69 \pm 2,0$ e $50,5 \pm 1,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

2. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

Quanto aos parâmetros fisiológicos medidos, concentração de lactato e frequência cardíaca (Fc), constata-se que relativamente ao primeiro, o valor médio obtido, $14,34 \pm 3,01 \text{ mmol.l}^{-1}$, é nitidamente superior ao encontrado por Antunes (2002), em que a concentração média de lactato foi $9,3 \pm 2,3 \text{ mmol.l}^{-1}$, embora se deva salientar que, no seu estudo, a determinação dos níveis de lactato só foi feita cinco minutos após o esforço, tempo suficiente para que uma parte do lactato produzido tenha sido metabolizado.

Relativamente à Fc média, $196,58 \pm 7,06 \text{ bpm}$, ela apresenta-se um pouco aquém da registada por Oliveira (1998), $201,3 \pm 6,2 \text{ bpm}$, e ligeiramente superior à encontrada por Ferrão (2000), $195,60 \pm 8,3 \text{ bpm}$.

O valor de Fc encontrado no presente estudo aproxima-se bastante da Fc máxima predita pela idade, pelo que, esta poderá ser uma garantia de que o $\text{VO}_2\text{máx}$ poderá ter sido atingido (Adams, 1998). O valor da Fc permite ainda predizer a intensidade do teste, que segundo Castelo et al. (1996) o esforço seria caracterizado como máximo, uma vez que a Fc foi superior a 180 bpm.

3. PARÂMETROS IMUNITÁRIOS

3.1. CONCENTRAÇÃO DE IGA SALIVAR (sIGA)

No que se refere a este parâmetro, constatou-se que quinze minutos após a aplicação do teste ocorreu uma diminuição da sIgA. Embora ela não seja significativa, vai de encontro ao que foi relatado em estudos anteriores. Gleeson et al. (2000) verificou que as concentrações de IgA após o exercício intenso registam uma significativa diminuição. A mesma autora, numa revisão de literatura, refere ainda que, imediatamente após um turno de exercício intenso as concentrações de IgA salivar declinam, regressando aos valores iniciais vinte e quatro horas depois. Situação semelhante aconteceu no presente estudo, que 15min e 2h30min após o teste os níveis de sIgA diminuíram, retomando os valores próximos dos iniciais 24 horas após a aplicação do mesmo. Também Bishop et al. (1999), citado em Gleeson, Pyne & Callister (2004^a), refere que em resposta ao exercício intenso ocorre uma redução dos níveis de sIgA.

Salienta-se ainda a significativa redução dos valores de sIgA 2h30min depois do teste ($Z=2,981$; $p < .01$), verificada também por Pedersen, Rhode & Ostrowsky (1998), que afirma que após o exercício intenso o sistema imunitário fica deprimido, principalmente nas 2 a 4 horas após o término do esforço.

Resultados diferentes foram encontrados por Dimitrou et al., (2002). Embora a intensidade do exercício realizado neste estudo não seja tão elevada, os autores referem que a sIgA não foi influenciada pelo exercício, chegando mesmo a afirmar que esta aumenta.

Na apresentação dos resultados foi ainda referido que, foi na manhã seguinte à aplicação do teste que a concentração de IgA atingiu os valores mais elevados, voltando a decrescer significativamente ($Z=2,589$; $p < .01$) ao fim da tarde. Estes resultados estão em consonância com o que Dimitriou et al. (2002) obtiveram, ou seja, eles constataram que a concentração de IgA, após a realização do exercício, apresenta-se mais elevada na parte da manhã que ao fim do dia.

3.2. TAXA DE SECREÇÃO SALIVAR (srIGA)

Quanto à taxa de secreção salivar, constatou-se que, à semelhança da sIgA, 15min e 2h30min após a aplicação do teste, esta sofreu um declínio significativo (respectivamente, $Z=2,040$; $p < .05$ e $Z=2,122$; $p < .05$). O mesmo aconteceu no estudo de Walsh et al. (2002) que confirmaram um decréscimo da srIGA imediatamente após o exercício. Em contraste, Dimitriou et al. (2002) no seu estudo refere que, a srIGA não foi influenciada pelo exercício.

Ainda relativo aos valores obtidos 2h30min pós-teste, constata-se que a significativa diminuição neste momento, não está de acordo com o que é referido por Walsh et al. (2002), em que, apesar de relatar uma diminuição dos valores de srIGA estes voltam aos valores iniciais 2 horas depois, o que não acontece no presente estudo.

Foi também na manhã após o teste, que a srIGA registou os valores significativamente mais altos ($Z=2,275$; $p < .05$), em relação aos valores iniciais, diferindo contudo, de um estudo em que os níveis de srIGA apresentaram-se mais elevados ao fim do dia do que da parte da manhã (Dimitriou et al., 2002).

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo é o culminar de todo o estudo, ou seja, nele estarão reunidas as principais conclusões, conseqüentes da anterior análise dos resultados obtidos, e recomendações para futuros estudos desta natureza.

1. CONCLUSÕES

Tendo como ponto de partida o objectivo do estudo, que era analisar o comportamento da IgA salivar em resposta a um esforço aeróbio, constatou-se que este influenciou, efectivamente, os níveis dos parâmetros imunológicos estudados. Quer a concentração de IgA salivar (sIgA), quer a taxa de secreção salivar (srIgA) sofreram alterações significativas após o exercício de elevada intensidade.

Relativamente à intensidade do exercício, este foi reconhecidamente muito intenso, não só derivado ao protocolo do teste aplicado, que levava à exaustão dos indivíduos, mas também devido aos valores médios de lactato e Fc registados, $14,34 \pm 3,01$ mmol.l⁻¹ e $196,58 \pm 7,06$ bpm, respectivamente. Também o VO₂máx atingido pelos indivíduos e a percepção de esforço por eles reportada, demonstraram ser um bom indicador da intensidade do esforço, uma vez que o VO₂máx médio foi $52,33 \pm 2,84$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, valor ligeiramente superior ao encontrado por outros autores, e o valor médio de RPE foi $8 \pm 1,28$, considerado, na escala de RPE, um esforço muito forte.

Em relação à sIgA, e à semelhança do que foi encontrado noutros estudos, Gleeson et al. (2000) e Bishop et al. (1999), citado em Gleeson (2000), o exercício intenso levou a uma supressão deste parâmetro, principalmente nas duas horas e meia posteriores ao exercício ($Z=2,981$; $p < .01$). Também a srIgA sofreu uma depressão significativa, 15min ($Z=2,040$; $p < .05$) e 2h30min ($Z=2,122$; $p < .05$) pós-teste, causada pelo exercício intenso. À mesma conclusão chegou Walsh et al. (2002).

Desta forma, os dados obtidos permitem concluir que o exercício muito intenso parece causar uma supressão do sistema imunitário, principalmente nas duas horas e

meia ulteriores à sua realização. Conclusão semelhante foi encontrada por Pedersen et al. (1998).

O modelo explicativo da relação Exercício Físico – Comportamento do Sistema Imunitário que melhor se adapta aos resultados encontrados neste estudo, parece ser o da “janela aberta”, já que no período entre 1h30min e 2h30min após o esforço, os valores da sIgA foram significativamente mais baixos. Desta forma, é neste período que os indivíduos poderão encontrar-se mais susceptíveis de vir a contrair infecções (Teixeira, 2001) e como tal, deverão ser adoptadas estratégias que deprecie os efeitos nóxios do exercício intenso.

Tal como foi referido, o momento em que foram registados os valores mais elevados de sIgA e de srIgA foi na manhã seguinte à aplicação do teste, podendo concluir-se que, apesar da intensidade do exercício, o sistema imunitário vê os seus parâmetros restabelecidos após uma noite de sono. Também Dimitriou et al (2002) chegou à mesma conclusão, mas apenas em relação à sIgA.

A análise dos resultados obtidos permitem ainda concluir que, a não existência de diferenças significativas entre o momento pré-teste e as 24 horas posteriores à sua aplicação, evidencia que 24 horas depois o valores de sIgA e srIgA aproximam-se dos valores registados inicialmente, tal como foi proposto por Gleeson (2000).

2. RECOMENDAÇÕES

Com o intuito de aperfeiçoar futuras investigações e aprofundar o conhecimento dos efeitos do exercício físico sobre o sistema imunitário, serão apresentadas de seguida algumas recomendações:

- Alargar o número de elementos da amostra e utilizar indivíduos do sexo feminino;
- Utilizar um grupo de controlo, sem actividade física regular, que realize as mesmas recolhas para posterior comparação;
- Verificar o comportamento da sIgA entre a manhã do dia seguinte e as 24h ulteriores à realização do exercício, ou seja, realizar mais colheitas de saliva;

- Realizar recolha sanguínea como forma de avaliação de outros parâmetros do Sistema Imunitário;
- Realizar um controlo da dieta e o possível uso de fármacos;
- Eventual avaliação da qualidade do sono.

CAPÍTULO VII

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.

Adams, G. (2002). *Exercise Physiology (4th Ed)*. Mcgraw Hill.

Almeida, M. (2004). *Influência da Fadiga Muscular na Eficácia de Lançamento em Jogadores Profissionais de Basquetebol*. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF – UC.

Antunes, M. (2002). *Avaliação do Efeito da Caféina Durante o Exercício Aeróbio (Teste de Luc-Léger)*. 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.

Barata, T. (1997). *Actividade Física e Medicina Moderna*. Odivelas: Europress.

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.

Boyum, A., Wiik, P., Gustavsson, E., Veiby, OP., Reseland, J., Haugen, AH., Opstad, PK. (1996). The Effect of Strenuous Exercise, calorie deficiency and sleep deprivation on white blood cells, plasma immunoglobulins and cytokines. *Scand Journal of Immunology*, 43(2), pp.228-235.

Carter, J., & Ackland, T. (1994). *Kinanthropometry in Aquatic Sports: A Study of World Class Athletes*. Champaign: Human Kinetics.

Close, P., Thielen, V. & Bury, T. (2003). Mucosal immunity in Elite Athletes. *Rev Medicine Liege*, 58(9), pp. 548-553

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.

Ferrão, N. (2000). *Metrologia do Desporto – Comparação dos Valores de Consumo de O₂ Obtidos no Teste VV₂O, de Luc-Léger, em Hóquei em Patins*. 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 (5th 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.

Guyton, A., & Hall, J. (1996). *Textbook of Medical Physiology (9th Ed.)*. Philadelphia: W. B. Saunders Company.

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.

Mackinnon L, Jenkins D (1993). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 678-683. (incompleto)

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. 1130-1138.

Moffett, D., Moffett, S., & Schauf, C. (1993). *Human Physiology: Foundations and Frontiers* (2nd 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.
- 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.
- Nielsen, H. (2003) Lymphocyte responses to maximal exercise: a physiological perspective. *Sports Medicine*, 33(11), pp.853-867.
- Nieman, D. (2000). Is infection risk linked to exercise workload?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(7), pp. S406-S411.
- Nieman, D. (1994). Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(2), pp. 128-136.
- Nieman, D., & Pedersen, B. (1999). Exercise and Immune Function. Recent Developments. *Sports Medicine*, 27(2), pp. 73-80.
- Oliveira, J. (1998). *Validação Directa do Teste de Vaivém em 20 Metros, de Luc-Léger, em Adolescentes Portugueses*. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana.
- Pedersen, B., & Toft, A. (2000). Effects of Exercise on Lymphocytes and Cytokines. *British Journal of Sports Medicine*, 34, pp. 246-251.
- Pendersen, B. K., Rhode, T. & Ostrowsky, K. (1998). Recovery of the immune system after exercise. *Acta Physiological Scandinavia*, 162: pp. 325-332.
- 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.

Pyne, D., & Gleeson, M. (1998). Effects of Intensive Exercise Training on Immunity in Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 19, pp. S183-S194.

Rama, L. (1997). *Estudo comparativo das repercussões fisiológicas e da percepção subjectiva do esforço, como resposta a diferentes estimulações tipo, em treino de Natação 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 Essential Immunology (10th Ed.)*. Victoria: Blackwell Publishing Company.

Seeley, R., Stephens, T. & Tate, P. (1997). *Anatomia & Fisiologia (3rd 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.

The Cooper Institute for Aerobic Research (1994). *Fitnessgram – Test Administration Manual*.

Vander, A., Sherman, J., & Luciano, D. (1996). *Human Physiology – The Mechanisms of Body Function (6th Ed.)*. Michigan: McGraw Hill.

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^a Ana Maria Teixeira e Mestre Luis Manuel Pinto Lopes Rama, vêm por este meio solicitar que V.^a 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 VO₂ 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^a Ana Maria Teixeira e Mestre Luís Manuel Pinto Lopes Rama, vêm por este meio solicitar que V.^a 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 VO₂ 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.^a 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:

6. A minha participação é totalmente voluntária.
7. Posso abandonar o projecto em qualquer altura sem qualquer desvantagem.
8. 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.
9. Sei os riscos que envolvem a recolha de dados prevista.
10. 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**

TESTE DE LUC-LÉGER

NOME: _____ N.º _____

DATA: 20.01.2005

	N.º DE PERCURSOS												
1	1	2	3	4	5	6	7						
2	8	9	10	11	12	13	14	15					
3	16	17	18	19	20	21	22	23					
4	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
5	33	34	35	36	37	38	39	40	41				
6	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51			
7	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61			
8	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72		
9	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83		
10	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94		
11	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
12	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
13	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
14	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
15	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157

Fc _____

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

VALORES	SENSAÇÃO DE FADIGA
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.

Sujeitos	Anos de Treino	Volume médio anual	Prova mais pontuada
01	8	1400	200m - 669
02	8	1400	400m - 676
03	7	1400	220m - 724
04	6	1400	50m - 760
05	6	1400	100m - 637
06	5	1400	100m - 687
07	8	1500	100m - 632
08	8	1500	100m - 672
09	9	1500	100m - 753
10	7	1500	200m - 585
11	7	1500	100m - 659
12	6	1500	1500m - 635

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

Sujeitos	Massa Corporal	Altura	Altura Sentado	Envergadura
01	55,2	164,5	84,0	171
02	65,0	182,5	92,2	193
03	58,0	174,0	87,0	184
04	79,6	191,6	95,1	194
05	59,4	177,4	91,5	190
06	69,4	171,5	88,4	173
07	59,8	172,6	91,5	174
08	68,0	173,7	91,2	175
09	72,0	183,0	95,0	190
10	72,8	179,6	89,6	181
11	68,2	182,6	92,5	187
12	70,0	172,3	92,4	174

Tabela 3 – Pregas sub-escapular, supra-íliaca, tricipital, abdominal, geminal e crural.

Sujeitos	sub-escapular	supra-íliaca	tricipital	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 LUC-LÉGER

Tabela 5 – Número de percursos, Velocidade máxima atingida e VO₂máx predito.

Sujeitos	Nº Percursos	Velocidade Máxima Atingida (km.h⁻¹)	VO₂máx predito (ml.kg⁻¹.min⁻¹)
01	102	13,5	56,20
02	72	12,0	48,35
03	95	13,5	54,86
04	90	13,0	52,50
05	109	14,0	56,99
06	98	13,5	52,84
07	96	13,5	54,26
08	84	13,0	51,75
09	86	13,0	51,03
10	79	12,5	49,46
11	91	13,0	51,23
12	73	12,5	48,53

**ANEXO 6 – TRATAMIENTO
ESTADÍSTICO**