

LUIS MANUEL PINTO LOPES RAMA

**VARIAÇÃO DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS,
BIOQUÍMICOS, HORMONAIS E IMUNITÁRIOS EM
NADADORES E REMADORES NUMA ÉPOCA
DESPORTIVA.**



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

INDÍCE

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	VI
ABREVIATURAS	VIII
INDÍCE.....	XI
LISTA DE FIGURAS	XVIII
LISTA DE EQUAÇÕES	XXIII
LISTA DE QUADROS.....	XXIII
LISTA DE TABELAS	XXV
LISTA DE ANEXOS	XXXII
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	2
1 INTRODUÇÃO	2
1.1 PERTINÊNCIA DO ESTUDO	7
1.2 ORGANIZAÇÃO E OBJECTIVOS DO ESTUDO	9
1.2.1 <i>Estudo 1</i>	9
1.2.2 <i>Estudo 2</i>	10
1.2.3 <i>Estudo 3</i>	12
1.3 PRESSUPOSTOS DE INVESTIGAÇÃO.....	13
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2 INTRODUÇÃO	16
2.1 A PREPARAÇÃO DESPORTIVA DE ATLETAS DE ELEVADO NÍVEL EM MODALIDADES CÍCLICAS DE RESISTÊNCIA.....	17
2.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE PLANEAMENTO E PERIODIZAÇÃO DO TREINO.....	19
2.3 ESTRUTURAS BÁSICAS DA PERIODIZAÇÃO DO TREINO.....	21
2.3.1 <i>Microestrutura</i>	21
2.3.2 <i>Mesoestrutura</i>	23
2.3.3 <i>Macroestrutura</i>	24
2.4 MODELO DE PLANEAMENTO E PERIODIZAÇÃO EM NPD	25
2.5 MODELO DE PLANEAMENTO E PERIODIZAÇÃO EM REMO	26
2.6 CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DO ESFORÇO EM NPD.....	27
2.7 CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DO ESFORÇO EM REMO	29
2.8 QUANTIFICAÇÃO DA CARGA DE TREINO EM NPD.	31
2.9 ZONAS DE INTENSIDADE DE TREINO EM NPD	32
2.10 ZONAS DE INTENSIDADE DO TREINO DE REMO	35
2.11 O CARÁCTER PREVENTIVO DA MONITORIZAÇÃO E CONTROLO DA ADAPTAÇÃO À CARGA DE TREINO.	37
2.12 PROTOCOLOS PROGRESSIVOS NO CONTROLO E AVALIAÇÃO DO TREINO.....	39
2.12.1 <i>Conceitos bioenergéticos</i>	41
2.12.2 <i>O perfil da curva de acumulação de lactato e a sua importância na avaliação e controlo do treino.....</i>	43
2.12.3 <i>Análise do perfil de acumulação de lactato.</i>	45
2.12.4 <i>Importância e utilidade da determinação do perfil de acumulação de lactato em modalidades de resistência</i>	51
2.12.5 <i>Variação do perfil da curva de acumulação de lactato ao longo de uma época de treino</i>	52

2.12.6	<i>Parâmetros equivalentes derivados da aplicação de protocolo de determinação da curva de acumulação de lactato</i>	54
2.12.7	<i>Limitações na utilização de protocolos de carga incremental</i>	58
2.12.8	<i>Pertinência da determinação do perfil de acumulação de lactato em atletas de elevado nível competitivo de modalidades de resistência</i>	59
2.13	PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS COM RELEVÂNCIA NO CONTROLO DA ADAPTAÇÃO DOS ATLETAS ÀS CARGAS DE TREINO.	60
2.13.1	<i>Eritrócitos</i>	61
2.13.2	<i>Hematócrito</i>	62
2.13.3	<i>Hemoglobina</i>	64
2.13.4	<i>Ferro</i>	66
2.13.5	<i>Ferritina</i>	67
2.13.6	<i>Vitamina B12 e Ácido Fólico (B9)</i>	69
2.14	O MAGNÉSIO NO CONTROLO DA RESPOSTA ADAPTATIVA AO TREINO	70
2.15	MARCADORES DA REGULAÇÃO ENDÓCRINA	72
2.15.1	<i>Hormona do Crescimento (GH)</i>	74
2.15.2	<i>Hormona corticotrofina (ACTH)</i>	79
2.15.3	<i>Cortisol</i>	81
2.15.4	<i>Resposta do cortisol ao exercício agudo e crónico</i>	83
2.15.5	<i>Cortisol salivar</i>	86
2.15.6	<i>Hormona Luteinizante (LH)</i>	87
2.15.7	<i>Testosterona plasmática</i>	89
2.15.8	<i>Resposta da testosterona ao exercício agudo e ao treino regular</i>	90
2.15.9	<i>Resposta da testosterona ao treino regular</i>	91
2.15.10	<i>Testosterona salivar</i>	92
2.15.11	<i>Razão testosterona / cortisol (T/C)</i>	93
2.16	UTILIZAÇÃO DE METABOLITOS NO CONTROLO DA CARGA DE TREINO. O SIGNIFICADO E INTERESSE DA DETERMINAÇÃO DA UREIA SANGUÍNEA.	95
2.17	UTILIZAÇÃO DA CREATINA CINASE (CK) NO CONTROLO DO TREINO.....	98
2.18	MARCADORES NÃO INVASIVOS COM APLICAÇÃO NA MONITORIZAÇÃO DA ADAPTAÇÃO DOS ATLETAS À CARGA DE TREINO.....	101
2.19	RESPOSTA CARDÍACA CENTRAL NA MONITORIZAÇÃO DA ADAPTAÇÃO À CARGA DE TREINO..	102
2.20	VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC).....	104
2.21	SISTEMA NERVOSO AUTÓNOMO, CONSTITUIÇÃO E ACÇÃO.....	105
2.22	SISTEMA NERVOSO AUTÓNOMO E CONTROLO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	106
2.23	FACTORES DETERMINANTES DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	108
2.24	MÉTODOS DE ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	108
2.25	PARÂMETROS UTILIZADOS NA ANÁLISE DOS DADOS DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	110
2.25.1	<i>Domínio Tempo</i>	110
2.25.2	<i>Domínio da Frequência</i>	111
2.25.3	<i>A Variabilidade da Frequência Cardíaca e o Exercício</i>	113
2.25.4	<i>A Variabilidade da Frequência Cardíaca em nadadores e remadores</i>	115
2.26	MONITORIZAÇÃO DO ESTADO DE HUMOR NO CONTROLO DA ADAPTAÇÃO À CARGA DE TREINO..	116
2.26.1	<i>Origens e delimitação conceptual</i>	117
2.26.2	<i>Avaliação dos Estados de Humor – Questionário POMS (Profile of Mood States)</i>	118
2.26.3	<i>POMS Versão Reduzida - Instrumento utilizado no Estudo (Viana e Cruz 1993)</i>	121
2.26.4	<i>Resultados da aplicação do POMS em exercício e desporto</i>	123
2.26.5	<i>Utilização do POMS na monitorização do treino de NPD</i>	127
2.26.6	<i>Utilização do POMS na monitorização do treino de Remo</i>	128
2.27	MONITORIZAÇÃO DA PERCEÇÃO SUBJECTIVA DE ESFORÇO NO CONTROLO E AVALIAÇÃO DO TREINO.	129
2.28	PERTINÊNCIA E UTILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE MARCADORES DA FADIGA NO CONTROLO DA EFECTIVO DO TREINO E RECUPERAÇÃO.	132
2.29	SISTEMA IMUNITÁRIO.....	134
2.29.1	<i>Componentes do Sistema Imunitário</i>	136
2.29.2	<i>Componentes da imunidade inata. Mecanismos de defesa não específica</i>	136
2.29.3	<i>Barreiras físicas químicas e fisiológicas</i>	1377
2.29.4	<i>Leucócitos</i>	139

2.29.5	<i>Monócitos/ Macrófagos</i>	140
2.29.6	<i>Granulócitos</i>	141
2.29.7	<i>Neutrófilos</i>	141
2.29.8	<i>Basófilos</i>	142
2.29.9	<i>Eosinófilos</i>	142
2.29.10	<i>Células Natural Killer (NK)</i>	143
2.29.11	<i>Células apresentadoras de antígenos (APC)</i>	144
2.29.12	<i>Citocinas da imunidade inata</i>	144
2.30	COMPONENTES DA IMUNIDADE ADQUIRIDA. A CAPACIDADE DE MEMÓRIA NA ACÇÃO IMUNITÁRIA.....	145
2.30.1	<i>Linfócitos</i>	147
2.30.2	<i>Linfócitos T</i>	148
2.30.3	<i>Linfócitos T auxiliares (Th – helper)</i>	149
2.30.4	<i>Linfócitos T citotóxicos (Tc)</i>	150
2.30.5	<i>Linfócitos T reguladores (Tregs) / Linfócitos T supressores</i>	151
2.30.6	<i>Linfócitos T $\gamma\delta$</i>	152
2.30.7	<i>Linfócitos B</i>	152
2.30.8	<i>Factores Solúveis, imunoglobulinas e anticorpos</i>	154
2.30.9	<i>Classes de imunoglobulinas</i>	155
2.30.10	<i>A IgA salivar</i>	157
2.30.11	<i>Fluxo salivar</i>	158
2.30.12	<i>Citocinas</i>	158
2.30.13	<i>Sistema Imunitário, exercício e susceptibilidade às infecções</i>	160
2.31	RESPOSTA IMUNITÁRIA AGUDA AO EXERCÍCIO FÍSICO	162
2.31.1	<i>Exercício físico moderado</i>	162
2.31.2	<i>Exercício físico intenso</i>	164
	<i>Granulócitos – Neutrófilos</i>	165
	<i>Células NK</i>	166
	<i>Monócitos</i>	167
	<i>Linfócitos T e B</i>	168
	<i>Citocinas</i>	169
2.31.3	<i>Imunoglobulina A salivar (sIgA) e exercício</i>	170
2.31.4	<i>Variação circadiana da concentração e da taxa de secreção de IgA salivar</i>	172
2.31.5	<i>Adaptação imunitária associada ao processo de treino</i>	174
2.31.6	<i>Stress psicológico e função imunitária</i>	176
2.31.7	<i>Exercício, sistema imunitário e infecções do trato respiratório superior (ITRS)</i>	177
2.31.8	<i>Teorias explicativas para a relação entre o exercício físico e a maior predisposição de ocorrência de ITRS</i>	178
2.31.9	<i>A prática do exercício e a predisposição para a ocorrência de ITRS. O papel da IgA salivar.</i>	180
CAPÍTULO III – METODOLOGIA, INSTRUMENTAÇÃO E PROCEDIMENTOS		184
3	INTRODUÇÃO	184
3.1	<i>CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA</i>	185
3.2	<i>CARACTERIZAÇÃO ANTROPOMÉTRICA</i>	186
3.3	<i>DESENHO EXPERIMENTAL - CRONOGRAMA DO ESTUDO</i>	188
3.3.1	<i>Estudos em Natação</i>	189
3.3.2	<i>Estudo em Remo</i>	190
3.4	<i>MONITORIZAÇÃO DA CARGA DE TREINO</i>	191
3.5	<i>MONITORIZAÇÃO DA CARGA DE TREINO EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA (NPD)</i>	192
3.6	<i>MONITORIZAÇÃO DA CARGA DE TREINO EM REMO</i>	194
3.7	<i>MONITORIZAÇÃO DA CAPACIDADE COMPETITIVA</i>	195
3.7.1	<i>Avaliação da performance em competição formal em Natação Pura Desportiva</i>	196
3.7.2	<i>Avaliação do comportamento em competição formal em Remo</i>	197
3.8	<i>CONTROLO E AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DESEMPENHO ATRAVÉS DE TESTE PROTOCOLAR</i>	197
3.9	<i>PROTOCOLO DE NADO</i>	198
3.9.1	<i>Prescrição da intensidade de nado</i>	200

3.9.2	<i>Medição do lactato sanguíneo</i>	201
3.9.3	<i>Controlo da Frequência Cardíaca</i>	201
3.9.4	<i>Controlo da frequência de ciclo ou gestual</i>	202
3.9.5	<i>Controlo da Percepção de Esforço (PE)</i>	202
3.10	PROTOCOLO DE REMO ERGÓMETRO	203
3.10.1	<i>Monitorização do consumo de O₂ (VO₂) e do consumo máximo de O₂ (VO₂max)</i>	205
3.10.2	<i>Controlo da lactatemia</i>	206
3.10.3	<i>Controlo da Frequência Cardíaca</i>	206
3.10.4	<i>Análise dos parâmetros recolhidos</i>	206
3.11	REGISTO DE EPISÓDIOS DE INFECÇÕES DO TRACTO RESPIRATÓRIO SUPERIOR (ITRS)	207
3.12	PROCEDIMENTOS DE CONTROLO BIOQUÍMICO.....	207
3.13	DETERMINAÇÃO DA IGA, TESTOSTERONA E CORTISOL SALIVARES.....	208
3.13.1	<i>Procedimentos genéricos adoptados na recolha e processamento para análise laboratorial das amostras de saliva</i>	208
3.14	FLUXO SALIVAR	209
3.15	PROCEDIMENTOS NA DETERMINAÇÃO DO CORTISOL SALIVAR	209
3.15.1	<i>Princípio do teste</i>	209
3.15.2	<i>Cálculo da concentração do cortisol salivar</i>	210
3.16	PROCEDIMENTOS NA DETERMINAÇÃO DA TESTOSTERONA SALIVAR	210
3.16.1	<i>Princípio do teste</i>	211
3.16.2	<i>Cálculo da concentração da testosterona salivar</i>	211
3.17	PROCEDIMENTOS NA DETERMINAÇÃO DA IGA SALIVAR	212
3.17.1	<i>Operação de controlo de qualidade na determinação da IgA salivar por ELISA por confronto com o método de Nefelometria</i>	212
3.18	PARÂMETROS BIOQUÍMICOS. ANÁLISES LABORATORIAIS	213
3.18.1	<i>Procedimentos adoptados na recolha e tratamento das amostras de sangue</i>	213
3.18.2	<i>Análises Laboratoriais - Hemograma</i>	214
3.18.3	<i>Determinação do Azoto Ureico - Ureia</i>	215
3.18.4	<i>Determinação da Creatina Cinase (CK)</i>	216
3.19	ENSAIOS REALIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS IMUNITÁRIOS (CENTRO DE HISTOCOMPATIBILIDADE DO CENTRO)	216
3.20	ENSAIOS REALIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS BIOQUÍMICOS HORMONAIS E IMUNITÁRIOS (LAB SALUTIS).....	217
3.21	CONTROLO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC).....	219
3.21.1	<i>Registo da Frequência Cardíaca</i>	220
3.21.2	<i>Análise dos registos da FC para posterior análise da VFC</i>	221
3.22	CONTROLO DOS ESTADOS DE HUMOR. PROCEDIMENTOS NA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO POMS	222
3.23	CONTROLO DO ESFORÇO PERCEBIDO. PROCEDIMENTOS NA APLICAÇÃO DA ESCALA RTL (RATING TRAINING LOAD)	223
3.24	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.	223

CAPÍTULO IV. ESTUDO1 - MONITORIZAÇÃO DA CARGA DE TREINO, DOS RESULTADOS EM TESTES PROTOCOLARES E EM COMPETIÇÃO AO LONGO DA ÉPOCA DE TREINO E COMPETIÇÃO EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA/NPD E REMO..... 228

4 INTRODUÇÃO..... 228

4.1	ANÁLISE DA VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA CARGA DE TREINO NUMA ÉPOCA DE INVERNO EM NPD	228
4.1.1	<i>Análise geral da dinâmica da carga de treino em NPD</i>	229
	VOLUME E INTENSIDADE.....	231
	TREINO COMPLEMENTAR	233
4.2	AValiação e controlo do treino. RESULTADOS DETERMINADOS PELA APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVAlIAÇÃO e CONTROLO - 7 X 200	233
4.2.1	<i>Introdução</i>	233
4.2.2	<i>Análise do perfil da curva de acumulação de Lactato em NPD</i>	235
4.2.3	<i>Análise da variação de Dmax</i>	235
4.2.4	<i>Análise da variação dos correspondentes cinemáticos: frequência gestual e índice de nado (In) em Dmax</i>	237

4.2.5	Análise da variação da Frequência Cardíaca em Dmax.	238
4.2.6	Análise da variação do esforço percebido (Cr.10) em Dmax.	239
4.2.7	Análise da variação da velocidade, lactatemia, frequência cardíaca, frequência gestual, índice de nado (In) e percepção subjectiva de esforço (PE) observados no patamar de intensidade máxima.	240
4.2.8	Análise da variação da diferença de velocidade correspondente a acumulação de 5 e 10 mmol.L ⁻¹ (d ₅₋₁₀) como indicador do contributo relativo anaeróbio.	244
4.2.9	Síntese dos aspectos relevantes da utilização do protocolo progressivo em NPD.	246
4.3	EVOLUÇÃO DOS RESULTADOS DESPORTIVOS EM NPD DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO	248
4.4	VARIAÇÃO DA CARGA DE TREINO NUMA ÉPOCA DESPORTIVA DE REMO	252
4.4.1	Quantificação da Carga de Treino em Remo.....	252
	VOLUME E INTENSIDADE.....	253
	TREINO COMPLEMENTAR	255
4.5	AVALIAÇÃO E CONTROLO DO TREINO. DETERMINAÇÃO DO CONSUMO MÁXIMO DE O ₂ (VO ₂ MAX) E DO PERFIL DA CURVA DE ACUMULAÇÃO DE LACTATO EM REMADORES.....	256
4.5.1	Análise da variação do VO ₂ max.....	256
4.5.2	Análise da variação da Potência Máxima Aeróbia (W).....	258
4.5.3	Análise da variação de Dmax.....	260
4.5.4	Análise da variação dos equivalentes de Dmax, Frequência Cardíaca e Cadência.....	262
4.5.5	Análise da variação da potência equivalente a 5 e 10 mmol.L ⁻¹ (d ₅₋₁₀), como indicador do contributo metabólico anaeróbio.	263
4.5.6	Síntese dos aspectos relevantes da utilização do protocolo progressivo em remadores.	264

CAPÍTULO V . ESTUDO 2. ESTUDO DE MARCADORES DE FADIGA EM NADADORES E REMADORES AO LONGO DE UMA ÉPOCA DE TREINO E COMPETIÇÃO 266

5 INTRODUÇÃO 266

5.1	DINÂMICA GERAL DA CARGA DE TREINO EM NPD E REMO.....	268
5.2	RESPOSTA DOS MARCADORES HORMONAIIS EM NADADORES AO LONGO DA ÉPOCA DESPORTIVA DE INVERNO.....	270
5.2.1	Hormona do crescimento (GH- Somatotrofina).....	270
5.2.2	Variação da Hormona Corticotropina (ACTH).....	273
5.2.3	Cortisol plasmático.....	276
5.2.4	Razão ACTH / Cortisol	279
5.2.5	Cortisol salivar	280
5.2.6	Hormona Luteinizante (LH).....	282
5.2.7	Testosterona Livre (Tl) plasmática	285
5.2.8	Testosterona Livre (Tl) salivar.....	288
5.2.9	Razão testosterona livre (T) / cortisol (plasmáticos).....	289
5.2.10	Razão Testosterona Livre (Tl) / Cortisol (salivares).....	292
5.3	ANÁLISE DA VARIAÇÃO SEMANAL DO CONTEÚDO SALIVAR DAS HORMONAS TESTOSTERONA E CORTISOL EM NADADORES AO LONGO DE UMA ÉPOCA DE INVERNO	294
5.3.1	Variação semanal da testosterona salivar.....	294
5.3.2	Variação semanal da concentração de cortisol salivar.....	297
5.4	VARIAÇÃO DE PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS - FERRO, FERRITINA, VITAMINA B12 E ÁCIDO FÓLICO - EM NADADORES AO LONGO DA ÉPOCA DE INVERNO	302
5.4.1	Eritrócitos	303
5.4.2	Hemoglobina.....	304
5.4.3	Hematócrito	306
5.4.4	Ferro total (Fe).....	308
5.4.5	Ferritina.....	309
5.4.6	Vitamina B ₁₂ e Ácido Fólico	311
5.5	VARIAÇÃO DE MAGNÉSIO EM NADADORES AO LONGO DA ÉPOCA DE INVERNO	313
5.6	VARIAÇÃO DA CREATINA CINASE (CK) EM NADADORES AO LONGO DA ÉPOCA DE INVERNO	315
5.7	VARIAÇÃO DA UREIA SANGUÍNEA AO LONGO DA ÉPOCA DE INVERNO EM NADADORES	318
5.8	ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC) EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA EM DIFERENTES MOMENTOS DA ÉPOCA DE INVERNO.....	320
5.8.1	Análise da FC de repouso.....	321
5.8.2	Intervalo RR.....	322

5.8.3	SDRR.....	323
5.8.4	Análise da variação da potência absoluta e relativa das Baixas e Altas Frequências (ms^2 , % e u.n)	324
5.8.5	Análise da variação da potência absoluta, relativa e em unidades normalizadas da Baixa Frequência (LF).....	324
5.8.6	Análise da variação da potência absoluta e relativa e em unidades normalizadas da Alta Frequência (HF)	327
5.8.7	Análise da variação da razão Baixas / Altas Frequências (LF/HF).....	330
5.8.8	Análise comparativa dos parâmetros da VFC em nadadores masculinos e femininos em diferentes momentos da época de Inverno em NPD.....	331
5.9	VARIAÇÃO DOS ESTADOS DE HUMOR (POMS) EM NADADORES AO LONGO DA ÉPOCA DE INVERNO.....	332
5.10	PERCEPÇÃO DO ESFORÇO DISPENDIDO (RTL)	338
5.11	SÍNTESE DA RESPOSTA DOS MARCADORES DE FADIGA EM NADADORES EM DIFERENTES MOMENTOS DE CONTROLO DURANTE UMA ÉPOCA DE INVERNO	341
5.12	VARIAÇÃO HORMONAL EM REMO AO LONGO DA ÉPOCA DE TREINO.....	347
5.12.1	Hormona do crescimento (GH- Somatotrofina)	347
5.12.2	Corticotrofina (ACTH).....	350
5.12.3	Cortisol plasmático	352
5.12.4	Razão ACTH / Cortisol	355
5.12.5	Cortisol salivar.....	356
5.12.6	Hormona Luteinizante (LH)	358
5.12.7	Testosterona livre (T) plasmática.....	359
5.12.8	Testosterona (T) salivar	361
5.12.9	Razão Testosterona Livre (T) / Cortisol (plasmáticos)	363
5.12.10	Razão testosterona Livre (T) / cortisol (salivar)	365
5.13	VARIAÇÃO DE PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, FERRO, FERRITINA, VITAMINA B12 E ÁCIDO FÓLICO EM REMADORES AO LONGO DA ÉPOCA.....	367
5.13.1	Eritrócitos	368
5.13.2	Hemoglobina.....	369
5.13.3	Hematócrito.....	370
5.13.4	Ferro total (Fe)	372
5.13.5	Ferritina	373
5.13.6	Vitamina B12 e Ácido Fólico (B9)	375
5.14	VARIAÇÃO DE MAGNÉSIO EM REMADORES AO LONGO DA ÉPOCA.....	376
5.15	VARIAÇÃO DA CK EM REMADORES AO LONGO DA ÉPOCA.....	377
5.16	VARIAÇÃO DA UREIA SANGUÍNEA EM REMADORES AO LONGO DA ÉPOCA.....	379
5.17	ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC) EM DIFERENTES MOMENTOS DA ÉPOCA DE TREINO EM REMADORES	381
5.17.1	Análise da do comportamento do FC média em repouso e posição supina e dum indicador da variabilidade global em remadores.	382
5.17.2	Análise da variação da potência absoluta e relativa das Baixas e Altas Frequências (ms^2 , % e u.n)	383
5.17.3	Análise da variação da razão Baixas / Altas Frequências (LF/HF).....	385
5.18	VARIAÇÃO DOS ESTADOS DE HUMOR (POMS) EM REMADORES AO LONGO DA ÉPOCA DE TREINO	385
5.19	SÍNTESE DA RESPOSTA DOS MARCADORES DE FADIGA EM REMADORES NA ÉPOCA DE TREINO	390

CAPÍTULO VI. ESTUDO 3 - VARIAÇÃO DE PARÂMETROS IMUNITÁRIOS EM NADADORES E REMADORES AO LONGO DE UMA ÉPOCA DE TREINO E COMPETIÇÃO

6	INTRODUÇÃO	393
7	VARIAÇÃO IMUNITÁRIA EM NADADORES	395
7.1	LEUCÓCITOS TOTAIS	395
7.2	GRANULÓCITOS	397
7.3	MONÓCITOS.....	399
7.4	LINFÓCITOS (LY)	401
7.5	LINFÓCITOS T (LYT- CD3+)	403
7.5.1	Linfócitos T $CD4^+$ (LyTCD4+ - Helper).....	405

7.5.2	<i>Linfócitos T CD4+ Reguladores (LyT CD4⁺ reg)</i>	407
7.5.3	<i>Linfócitos T CD8+ (LyTCD8 - citotóxicos)</i>	408
7.5.4	<i>Linfócitos T (γδ)</i>	410
7.5.5	<i>Rácio Linfócitos T CD4+ / CD8+</i>	411
7.6	LINFÓCITOS B.....	412
7.7	CÉLULAS NATURAL KILLER (NK).....	414
7.8	IMUNOGLOBULINAS A, G E M.	417
7.9	IGA SALIVAR.	419
7.10	MONITORIZAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO SEMANAL DE IGA SALIVAR (SÍGA) E DA TAXA DE SECREÇÃO SALIVAR DE IGA (SRIGA) EM NADADORES NA ÉPOCA DE TREINO DE INVERNO.	422
7.11	OCORRÊNCIA DE EPISÓDIOS DE ITRS EM NADADORES NA ÉPOCA DE TREINO DE INVERNO. ...	425
7.12	SÍNTESE DOS ASPECTOS MAIS RELEVANTES DO CONTROLO DE PARÂMETROS IMUNITÁRIOS EM NADADORES DE ELEVADO RENDIMENTO	428
8	VARIAÇÃO IMUNITÁRIA EM REMADORES AO LONGO DA ÉPOCA DE TREINO.	430
8.1	LEUCÓCITOS TOTAIS	430
8.2	GRANULÓCITOS.....	432
8.3	MONÓCITOS.....	433
8.4	LINFÓCITOS.....	435
8.5	LINFÓCITOS T (LYT CD3+).....	436
8.5.1	<i>Linfócitos T CD4⁺ (LyTCD4⁺)</i>	437
8.5.2	<i>Linfócitos T CD4⁺ reguladores (LyT CD4⁺ reg)</i>	439
8.5.3	<i>Linfócitos T CD8+ (LyTCD8 - citotóxicos)</i>	440
8.5.4	<i>Linfócitos T (γδ)</i>	441
8.5.5	<i>Razão Linfócitos T CD4+ / CD8+</i>	443
8.6	LINFÓCITOS B.....	444
8.7	CÉLULAS NATURAL KILLER (NK).....	445
8.8	IMUNOGLOBULINAS A, G E M EM REMADORES AO LONGO A ÉPOCA DE TREINO	447
8.9	IGA SALIVAR EM REMADORES AO LONGO A ÉPOCA DE TREINO.....	449
8.10	OCORRÊNCIA DE EPISÓDIOS DE ITRS EM REMADORES AO LONGO A ÉPOCA DE TREINO.	451
8.11	SÍNTESE DOS ASPECTOS MAIS RELEVANTES DO CONTROLO DE PARÂMETROS IMUNITÁRIOS EM REMADORES DE ELEVADO RENDIMENTO	452
9	CONCLUSÕES	455
9.1	CONCLUSÕES GERAIS DO ESTUDO 1.....	455
9.2	CONCLUSÕES GERAIS DO ESTUDO 2.....	457
9.3	CONCLUSÕES GERAIS DO ESTUDO 3.....	458
10	LIMITAÇÕES E ORIENTAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	460
	CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	464

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1 Introdução

Um dos paradigmas do desporto contemporâneo corresponde a necessidade de superação permanente assente na procura de resultados cada vez mais ambiciosos e espectaculares. Para que tal seja possível, os atletas submetem-se a elevadas cargas de treino, frequentemente nos limites da adaptação do organismo.

Um ambiente favorável, uma abordagem científica multidisciplinar, o avanço tecnológico e a condição profissionalizante dos praticantes, têm produzido modelos mais eficazes de preparação dos atletas, permitindo-lhes a obtenção de marcas competitivas extraordinárias (Bompa, 1983; Bouchard, 1973; Matveev, 1981).

Em treino de elevado rendimento, a linha de demarcação que separa os efeitos positivos e benéficos dos negativos, é ténue (Lehmann et al., 1997 ; Smith & Norris, 2002; Soares, Natal & Duarte, 1998). Acredita-se que, para promover o desenvolvimento dos mecanismos de resposta às exigências do treino e da competição, será necessário impor cargas tendencialmente superiores à capacidade de acomodação imediata do organismo. Isto provoca no imediato, uma redução transitória de desempenho, por incapacidade de renovação completa e atempada dos recursos energéticos e funcionais. Os exigentes programas de treino dos atletas de elite poderão induzir problemas de adaptação, caso não se respeitem condições óptimas de equilíbrio na treinabilidade e cargabilidade

Este processo mantém, frequentemente, o atleta durante longos períodos, num equilíbrio precário entre fadiga e recuperação, na margem dos limites da adaptação. A ultrapassagem dessa fronteira, poderá conduzir os indivíduos a um estado de inadaptação, vulgarmente denominado “sobretreino”, com implicações negativas sobre a capacidade de desempenho e influenciando dramaticamente o seu estado de saúde (Bompa, 1983; Issurin, 2005b; Smith & Norris, 2002; Urhausen & Kindermann, 2002; Verkhoshansky, 2007).

No âmbito das Ciências do Desporto, a pesquisa, centrada em marcadores biológicos associados ao *stress* e indutores de fadiga, tem produzido conhecimento importante. Muito deste esforço tem sido obtido através de abordagens sectoriais e predominantemente orientado para os problemas bioenergéticos determinantes da performance ao mais alto nível.

Grande parte dos resultados disponíveis neste campo resulta da utilização do comportamento de reguladores hormonais e de marcadores associados aos processos metabólicos e imunitários, como fontes de informação na monitorização da fadiga e da recuperação (Mackinnon, Hooper, Jones, Gordon & Bachmann, 1997; Urhausen, Gabriel & Kindermann, 1998; Vervoorn et al., 1991a).

Em desportos de resistência, como é o caso da Natação Pura Desportiva e do Remo, a sustentabilidade científica da metodologia do treino fundamenta-se na estimulação de mecanismos de adaptação baseados na eficiência e na economia energética, que prepara os praticantes para as condições complexas da competição (Mäestu, Jürimäe & Jürimäe, 2005; Maglischo, 2003; Messonnier, Aranda-Berthouze, Bourdin, Bredel & Lacour, 2005). No entanto devemos ter presente que a resposta do organismo ao *stress* induzido pelo treino e pela competição é global, implicando na resposta alterações diversas como as que se verificam ao nível hormonal, imunitário, e psicológico.

No controlo e avaliação do treino em atletas de elevado rendimento desportivo, tem sido reportado o efeito do treino de resistência de longa duração como depressor dos factores associados ao transporte de O₂ como a concentração de Fe, de Ferritina, e de hemoglobina. No entanto, nem todos os trabalhos publicados mostram concordância nos resultados (Chatard, Mujika, Guy & Lacour, 1999; Viru & Viru, 2003).

Alguns indicadores, como as vitaminas hidrossolúveis B₁₂ e ácido fólico, não têm merecido atenção, apesar do seu papel nos mecanismos de fixação e transporte de O₂. Outros parâmetros bioquímicos, como a enzima creatina cinase (CK), marcadores do metabolismo proteico, como a ureia e alguns iões plasmáticos, como o Magnésio (Mg²⁺), embora frequentemente apontados como marcadores do exercício, não conseguem reunir unanimidade quanto à utilidade na monitorização do impacto associado ao treino (Brancaccio, Maffulli,

Buonauro & Limongelli, 2008; Brancaccio, Maffulli & Limongelli, 2007; Petibois, Cazorla, Poortmans & Deleris, 2002; Viru & Viru, 2003; Warburton, Welsh, Haykowsky, Taylor & Humen, 2002).

Outro conjunto importante na regulação metabólica em treino, tem sido o seguimento e resposta dos eixos hipotalâmico-hipofisário-suprarrenal e gonadal. Em situação de sobretreino tem sido reportada a existência de falhas de regulação por alteração de sensibilidade dos receptores, ou mesmo esgotamento na libertação de hormonas, influenciando na capacidade de manter a dinâmica energética que sustenta a actividade desportiva (Hooper, Mackinnon, Gordon & Bachmann, 1993; Mackinnon et al., 1997b; Purge, Jürimäe & Jürimäe, 2006).

Podemos concluir que partindo do determinismo nervoso e endócrino, a larga maioria destes estudos têm-se mostrado inconclusivos, não sendo possível até hoje, tornar totalmente clara a utilidade na monitorização da adaptação dos atletas à carga de treino. Estamos conscientes de que, sendo esta uma área de instrumentação onerosa e pesada, se requer indiscutível superioridade para justificar a sua adopção. Mas, também aqui, a disponibilidade de métodos menos invasivos poderá ter a sua janela de oportunidade, desde que devidamente testados e comprovada a sua adequação a esta finalidade.

Frequentemente, os treinadores e atletas reportam uma maior ocorrência de doenças e frequência de lesões, em períodos coincidentes com a aplicação de elevada carga de treino ou competição. Este aspecto, poderá em parte estar relacionado com recuperação insuficiente. Apesar do esforço que tem vindo a ser feito, ainda não é completamente possível estabelecer quais as implicações do processo de treino sobre o sistema imunitário o que representa uma ameaça à capacidade de rendimento dos atletas e do seu estado de saúde (Gleeson & Robson-Ansley, 2006; Nieman, 2000c). Este último aspecto não sendo assunto “habitual de notícia” não deixa de ser o que de mais importante existe numa visão humanizada do desporto.

Por outro lado a preservação da saúde dos atletas, nomeadamente os que integram planos de alto rendimento desportivo, é fundamental para que o cumprimento planificado das cargas de treino, bem como a sua capacidade competitiva não sejam perturbados.

A percepção de que possa existir uma relação estreita, entre a ocorrência de um estado de depressão imunitária - como por exemplo, uma maior predisposição para a contracção de infecções, nomeadamente as do tracto respiratório superior (ITRS) - e a participação em programas de treino especialmente intensos e de grande volume, justifica a existência de pesquisa orientada para este problema. Em primeira instância, é fundamental manter os atletas saudáveis para que possam competir e treinar o seu melhor nível. A monitorização de marcadores imunitários constitui-se assim, como uma das mais importantes estratégias a considerar no controlo da adaptação à carga de treino. (Gleeson, 2000; Gleeson, Hall, MacDonald, Flanagan & Clancy, 1999; Gleeson, Pyne, MacDonald et al., 2004; Mackinnon, 1997, 2000; Nieman, 1997c; Nieman, 1998 ; Reid, Drummond & Mackinnon, 2001)

O esclarecimento da relação entre variáveis imunitárias, o processo de treino e a capacidade de desempenho, não tem estado isento de algumas fragilidades como apontaram Gleeson e colaboradores, nomeadamente: i) carência de estudos que precisam com rigor a qualidade das amostras utilizadas; ii) quantificação inadequada da carga de treino e da sua monitorização; iii) diferenças metodológicas na determinação das variáveis imunitárias; iv) dificuldade em estabelecer um diagnóstico correcto dos episódios de doença; v) insuficiente consideração pela variedade ambiental indutora de factores de stress (Gleeson, Pyne & Callister, 2004).

A larga maioria dos estudos efectuados na área da imunologia do desporto tem estado focada na resposta aguda a um determinado exercício/tarefa, muitas vezes isolado, reportando uma imunodepressão transitória e uma rápida recuperação em cerca de 24 horas (Mackinnon, 1997, 2000). Esta situação não reflecte, de forma alguma, a realidade do treino de elevado rendimento.

Na verdade, os resultados determinados por um processo de treino regular e intenso não se mostram inteiramente concordantes com os obtidos por alguns trabalhos publicados que utilizam populações sedentárias e ou praticantes de actividade física recreativa. Embora muito importantes pelo controlo experimental rigoroso que exercem, têm impedido uma melhor compreensão sobre a influência do exercício no sistema imunitário,

principalmente no entendimento dos efeitos benéficos da prática desportiva em amostras com características totalmente diferentes.

Assim, em vez dos efeitos associados ao exercício físico moderado que referem genericamente o reforço do sistema imunitário e uma melhor capacidade de resistir à doença, estamos muitas vezes perante atletas que revelam uma imunossupressão pelo menos de alguns parâmetros. Esta dever-se-á a uma carga física elevada e eventualmente não acompanhada do necessário cuidado nos processos de recuperação, ou a um estilo de vida incompatível com as exigências do desporto de alto rendimento.

Apesar destes constrangimentos, não pode ser ignorada a necessidade dos atletas, com dedicação e expectativas elevadas, manterem níveis de carga de treino muito exigentes. No entanto, torna-se decisivo possuir marcadores denunciadores do grau de adaptabilidade dos atletas a esses mesmos programas

Um dos marcadores imunitários que se tem mostrado promissor nesta função é a IgA salivar (Gleeson & Robson-Ansley, 2006; Gleeson et al., 1999). As infecções do tracto respiratório superior (ITRS) constituem o problema de saúde mais frequente em atletas de elevado nível de rendimento. Sendo a IgA salivar um dos que comprovadamente reage à variação da carga de treino, tem estado no centro de pesquisa generalizada neste domínio, suportada na associação entre baixas concentrações de IgA salivar em períodos de maior impacto da carga de treino e a maior predisposição na contracção de infecções do tracto respiratório superior (ITRS). No entanto, não tem sido possível obter unanimidade nos resultados dos estudos que monitorizaram o comportamento desta imunoglobulina. A sua utilidade, enquanto marcador biológico, na prevenção de supressão imunitária que coloque em risco a capacidade de performance dos atletas não obteve ainda o consenso desejável.

Apesar desta situação inconclusiva, mantêm-se o interesse de monitorizar a IgA salivar em atletas que exibem frequentes episódios de ITRS e baixos níveis de IgA salivar sobretudo nos momentos de aplicação de cargas de treino de maior magnitude. Esta estratégia conserva, a par da sensibilidade em relação ao objecto, a vantagem do carácter não invasivo, o que pode fazer dela uma potente arma no controlo dos aspectos negativos da fadiga induzida pelo treino (Callister & Gleeson, 2007; Gleeson & Robson-Ansley, 2006).

A generalidade do controlo de variáveis fisiológicas implica a adopção de estratégias de monitorização suportadas por procedimentos invasivos e onerosos que impõem a necessidade de equipamento e pessoal especializado. A possibilidade de dispor de metodologias menos invasivas que permitam obter informação relevante e confiável, sobre o processo da adaptação à carga de treino, será um valioso contributo. Nesta área, a monitorização dos Estados de Humor e da percepção subjectiva de esforço têm ganho campo de aplicação, já que reúnem uma informação centrada no conforto que os atletas sentem quando envolvidos no processo de treino (Berglund & Säfström, 1994; Morgan, Costill, Flynn, Raglin & O'Connor, 1988; Morgan et al 1987). Outra área emergente, com potencial na monitorização do impacto do treino sobre a capacidade de adaptação dos atletas, tem sido o controlo da variabilidade da frequência cardíaca, enquanto marcador da influência do sistema nervoso autónomo (Achten & Jeukendrup, 2003; Aubert, Seps & Beckers, 2003)

1.1 *Pertinência do estudo*

O quadro da investigação actual em treino desportivo, remete para a necessidade de utilizar plataformas abrangentes na análise da variação das repercussões dos estímulos de treino sobre a capacidade de adaptação dos atletas. A resposta fisiológica ao exercício é, sem dúvida, muito complexa, dada a unidade funcional do organismo humano. Os efeitos do treino regular colocam um tipo de problema suplementar, exigindo metodologias de análise tão globais quanto possível, centradas na unidade do órgão com a função que desempenham. Um dos campos que recentemente tem estado no centro das preocupações da investigação produzida é o das eventuais alterações imunitárias decorrentes da exposição à carga de treino com consequências para o rendimento e a saúde dos atletas. Nesta previsível associação, diversas questões exigem clarificação, uma vez que as abordagens realizadas têm estado na maior parte dos casos centradas no comportamento de parâmetros restritos, não permitindo uma visão integrada da resposta do organismo do atleta ao processo continuado de treino, ignorando frequentemente a interdependência entre os vários sistemas orgânicos.

A fragilidade de algumas metodologias de investigação usadas, a pouca clarificação das condições de exercitação e a insuficiente normalização dos procedimentos de quantificação da carga de treino têm impedido a generalização dos resultados. Outro dos aspectos menos consistentes reside no uso de marcadores imunitários isoladamente sem os relacionarem entre si e com outros parâmetros fisiológicos associados, covariando com a carga de treino e a capacidade de desempenho em momentos diferentes da preparação desportiva (Gleeson, Pyne & Callister, 2004)

Por outro lado grande parte dos estudos utilizou amostras submetidas a cargas de treino de exigência ou muito reduzida ou muito elevada (extremas), não representando satisfatoriamente a realidade no desporto actual.

A amostra utilizada nestes estudos é composta por atletas de desportos de resistência das modalidades Natação Pura Desportiva (NPD) e Remo, de ambos os sexos e de elevado nível competitivo. Pretendemos, deste modo, no nosso estudo reflectir a estimulação típica do treino com atletas de bom nível competitivo.

Como elemento central do estudo posicionamos o controlo da variação da carga de treino, ao longo de uma época competitiva, em concordância com as características específicas das modalidades seleccionadas. Na NPD, o período de estudo corresponde a uma época de Inverno. Em Remo, o estudo tem uma duração maior, abarcando um período de 10 meses, em função do modelo de periodização adoptado.

No quadro da investigação em Treino Desportivo têm sido escassos os estudos focando períodos longos de tempo, correspondendo a ciclos de preparação e competição em atletas de bom nível competitivo.

Quando pretendemos aprofundar o comportamento de marcadores biológicos da adaptação do organismo dos atletas ao processo de treino esbarramos sistematicamente na necessidade de utilizar técnicas invasivas que por seu lado limitam a disponibilidade de amostras para o desenvolvimento da investigação, pelo que pretendemos ainda validar a utilização de procedimentos menos invasivos, validando-as para uso futuro na monitorização da adaptação dos atletas à carga de treino. Deste modo, será possível alargar a dimensão das amostras, e por conseguinte, generalizar os resultados.

O controlo da resposta imunitária enquadra-se na estratégia de monitorização em treino desportivo que visa o respeito das possibilidades de adaptação dos atletas, contribuindo, por um lado, para a prevenção do “sobretreino” e, por outro, assegurando a eficácia das estratégias de preparação desportiva.

1.2 Organização e objectivos do estudo

O objectivo geral desta investigação reside no estudo da variação do comportamento de vários marcadores de fadiga, bioquímicos, fisiológicos, psicológicos de parâmetros imunitários, em atletas praticantes de Natação Pura Desportiva e de Remo de ambos os sexos e de elevado nível competitivo, em diferentes momentos de uma época desportiva e típicos da preparação desportiva.

Procurar-se-á analisar a influência do treino sobre o comportamento de um conjunto de parâmetros, biológicos e psicológicos, ao longo de uma época desportiva.

Será objecto de investigação o potencial do recurso a metodologias não invasivas para o controlo do treino em atletas praticantes de NPD e Remo.

Nesta tese, a abordagem da resposta adaptativa ao treino regular, sustenta-se num conjunto alargado de variáveis, que justificam, em nosso entender, a organização em três estudos, reunindo o comportamento de parâmetros com afinidade biológica.

1.2.1 Estudo 1

Neste primeiro estudo assume problema nuclear a variação da carga de treino em momentos característicos da preparação ao longo de uma época de treino e competição.

Será analisada a influência da variação da carga de treino sobre parâmetros determinados a partir de um teste máximo progressivo, seja partindo do perfil da curva de acumulação de lactato, seja pela cinética dos gases respiratórios. Serão estudadas as implicações sobre o desempenho obtido em testes protocolares específicos, sendo estudados os parâmetros metabólicos e correspondentes fisiológicos e cinemáticos.

Sempre que possível os resultados dos protocolos de avaliação serão relativizados ao desempenho em competição.

Emergem aqui as seguintes hipóteses de estudo:

- a) A curva de acumulação de lactato determinada através da realização protocolos de carga incremental, mostra-se sensível à variação da carga de treino.
- b) O parâmetro Dmax com significado metabólico associado à melhoria da condição aeróbia, e os correspondentes fisiológico cinemático e de percepção (RPE) mostram alteração significativa ao longo da época de treino, decorrente da variação da carga de treino.
- c) A capacidade de desempenho máximo (velocidade máxima, potência máxima) é afectada pela variação da carga de treino.
- d) Observam-se alterações nos marcadores metabólicos associados ao mecanismo glicolítico (Δ 5-10 mmol.L⁻¹) ao longo da época.
- e) Os valores do VO₂max e da potência externa aeróbia máxima modificam-se em função da dinâmica da carga de treino ao longo da época em remo.

1.2.2 Estudo 2

Os objectivos deste estudo centram-se no comportamento de um conjunto de marcadores usualmente utilizados da detecção de estados de fadiga, entendida esta como o resultado de constrangimentos fisiológicos e psicológicos que conduzem a uma redução na capacidade de performance física e mental. Os diferentes marcadores biológicos serão agrupados do seguinte modo:

1. Resposta hormonal, bem como de outros parâmetros da resposta fisiológica, em momentos típicos da periodização desportiva. Focamos neste estudo essencialmente o envolvimento dos eixos, hipotalâmico-hipofisário-suprarrenal (HHSR) e hipotalâmico-hipofisário-gonadal (HHG) na resposta adaptativa ao treino.

2. Dada a relevância para o desempenho em modalidades de resistência será objecto de análise a variação da resposta dos parâmetros sanguíneos

relacionados com a capacidade de transporte de O_2 como são o caso da contagem de eritrócitos, e da concentração de hemoglobina, bem como alguns iões e proteínas como o Ferro, Magnésio e a Ferritina associados à eficiente adaptação à pratica regular e intensa do exercício.

3. Serão objecto de análise a variação do comportamento da CK e da Ureia enquanto indicadores frequentes de prognóstico e de detecção dos estados de fadiga induzidos pelo treino

4. A análise da variação da vitamina B12 e do ácido fólico dada a influência reconhecida sobre o funcionamento imunitário

5. Aprofundaremos neste estudo a utilização regular de metodologias não invasivas fundadas na monitorização de variáveis fisiológicas e psicológicas, relativas ao impacto da magnitude da carga de treino, nomeadamente:

1. Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) como reflexo da actividade do Sistema Nervoso Autónomo na resposta adaptativa ao esforço.
2. Estados de humor (questionário POMS)
3. Percepção subjectiva do estado de fadiga (Escala RTL)

Levantam-se as seguintes hipóteses neste estudo:

- a) Os parâmetros relacionados com os mecanismos de transporte de O_2 : Fe, ferritina, hemoglobina, a contagem de eritrócitos, mostram-se afectados em períodos de incremento da magnitude da carga, e evidenciam recuperação nos períodos de redução do treino.
- b) Os atletas praticantes de modalidades de resistência, mostram alterações na concentração de Mg^{2+} em períodos de magnitude superior do treino
- c) Períodos de intensificação da carga de treino promovem uma redução na concentração da GH plasmática em repouso.
- d) A adaptação ao treino aeróbio deverá induzir uma redução na concentração de ACTH plasmática em repouso.

- e) A concentração de cortisol plasmático aumenta nos períodos de maior magnitude da carga de treino e apresentam uma redução acentuada nos períodos de redução da mesma.
- f) O cortisol salivar apresenta uma associação significativa com o conteúdo plasmático, constituindo por isso uma alternativa no controlo da adaptação à carga de treino.
- g) O cortisol salivar apresenta um comportamento associado à carga de treino constituindo interesse como marcador da fadiga e da recuperação.
- h) A libertação de LH é inibida em períodos de maior intensidade de treino, afectando a libertação de testosterona.
- i) O rácio testosterona livre/ cortisol plasmáticos reflecte a variação da dinâmica da carga de treino.
- j) O comportamento do rácio testosterona / cortisol salivares mostra um comportamento semelhante ao determinado pelo conteúdo plasmático, reflectindo a dinâmica do treino e substituindo este último com vantagem.
- k) Ao longo da época os atletas tendem a mostrar valores superiores de CK e ureia nos momentos correspondentes a maior magnitude de carga, evidenciando uma recuperação para os valores basais após um período de redução global da carga.
- l) A monitorização através da análise espectral da variabilidade da frequência cardíaca mostra sensibilidade às alterações na magnitude da carga de treino.
- m) Os atletas mostram o seu estado de humor afectado nos períodos de incremento da carga de treino, mantendo, no entanto, inalterado o perfil.
- n) Em atletas experientes a utilização de escalas subjectivas de esforço mostram-se sensíveis às variações da carga de treino constituindo um instrumento adequado à monitorização da carga de treino

1.2.3 Estudo 3

O objectivo principal deste estudo centra-se na análise da resposta de parâmetros imunitários ao longo da época desportiva em função da variação da carga de treino.

São objectivos neste estudo a análise do comportamento dos seguintes parâmetros em função do período de treino:

1. A taxa de ocorrência de episódios de ITRS ao longo da época de treino em nadadores e remadores.
2. A variação dos parâmetros imunitários: leucócitos, linfócitos e subpopulações, imunoglobulinas A, G, M do soro em momentos característicos da preparação.
3. O controlo da IgA salivar em simultâneo com outros parâmetros imunitários.
4. O controlo semanal da IgA salivar ao longo da época de NPD, evidenciando a associação com a carga de treino.

Como hipóteses fundamentais deste estudo salientam-se as seguintes:

- a) Os atletas tendem a contrair um número superior de episódios de ITRS nos períodos de intensificação da carga de treino.
- b) Períodos de maior magnitude de treino tendem a provocar situações de imunodepressão com a redução de NK e linfócitos T e B, reversível após ciclo de redução da carga global.
- c) O número de leucócitos em repouso não revela alteração em função da dinâmica da carga de treino ao longo da época.
- d) Existe a tendência para a associação entre os valores de IgA salivar e as componentes da carga de treino
- e) Verifica-se uma maior ocorrência de ITRS nos períodos de superior magnitude da carga de treino.

1.3 Pressupostos de investigação

Num estudo com estas características, sustentado na recolha de informação extensa e durante um longo período de tempo, torna-se necessário constituir um conjunto de assumpções que suportem e validem os resultados e as análises realizadas:

- a) A carga de treino utilizada como referente nas duas modalidades é obtida através dos diários de treino fornecidos pelos treinadores, assumindo que todos os atletas realizam as tarefas constantes dos programas de treino com o rigor necessário.
- b) Sendo objectivo deste estudo analisar o comportamento adaptativo no processo de treino regular, os momentos de controlo definidos exigem um intervalo mínimo de 36 horas após a última sessão de treino ou competição, prevenindo dessa forma a contaminação dos resultados com possíveis efeitos agudos do exercício. Assume-se que a amostra respeitou a indicação fornecida no sentido de evitar a prática de actividade física relevante durante estes períodos.
- c) As análises laboratoriais realizadas em instituições de referência, cumpriram todos os procedimentos científicos bem como o equipamento utilizado foi o adequado aos parâmetros analisados.
- d) O controlo dos parâmetros biológicos semanais foi feito sempre antes da primeira sessão de treino, sendo assumido que os elementos da amostra respeitaram as indicações fornecidas pela equipa de investigação relativas a este procedimento.
- e) Acreditamos na sinceridade das respostas dadas no preenchimento do questionário POMS-SF