

PAULO JORGE RODRIGUES CUNHA

**PRESCRIÇÃO E CONTROLO DO REGIME DE
TREINO AERÓBIO EM NADADORES**

Orientador: Professor Doutor Jorge dos Santos Proença Martins

Co-Orientador: Professor Doutor Luís Manuel Pinto Lopes Rama

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2017

PAULO JORGE RODRIGUES CUNHA

PRESCRIÇÃO E CONTROLO DO REGIME DE TREINO AERÓBIO EM NADADORES

Tese de Doutoramento defendida em provas públicas na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias no dia 7 de abril de 2017, perante o Júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação nº: 43A/2017, com a seguinte composição:

Presidente: Doutor Francisco Alberto Arruda Carreiro da Costa - FEFD-ULHT

Arguentes: Doutor João Paulo Vilas Boas Soares Campos - FDUP

Doutor Francisco José Bessone Ferreira Alves - FMH-UL

Vogais: Doutor Jorge dos Santos Proença Martins (Orientador) - FEFD-ULHT

Doutor Luís Fernandes Monteiro - FEFD-ULHT

Doutora Raquel Maria dos Santos Barreto Sajara Madeira - FEFD-ULHT

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2017

AGRADECIMENTOS

Terminado um prolongado período na elaboração da presente dissertação, fruto de vicissitudes várias, importa recordar e agradecer a todos os que, de algum modo, contribuíram para a sua realização.

Trata-se de mais uma tarefa espinhosa, sobretudo pelo perigo de existência de algum, inadvertido, lapso, sempre lamentável para um(a) eventual lesado, daí um antecipado pedido de desculpas para essa eventualidade.

Venho, desde modo, manifestar a minha gratidão e apresentar os devidos agradecimentos a:

- Professor Doutor Jorge Proença, orientador desta dissertação e grande responsável pelo despoletar desta missão, pela forma com que me lançou este desafio, que só tive que agarrar. Também pela confiança, diria ilimitada, que sempre manifestou no decorrer de todo o processo de doutoramento.
- Professor Doutor Luís Rama, coorientador desde o primeiro minuto, amigo e parceiro de muitas outras batalhas, mas sobretudo um devotado e sábio guia nesta longa viagem. A sua superior qualidade científica foi absolutamente determinante no documento produzido.
- Ao Luís Cardoso, mais que um amigo e colega, pela ilimitada disponibilidade em todas as áreas solicitadas, nesta dissertação, como na vida. Um enorme Bem-Hajas *irmão*.
- Ao Professor Doutor Francisco Alves, meu mestre de anteriores percursos académicos (e não só), pelos materiais que, de forma absolutamente desinteressada, disponibilizou do seu laboratório, e que permitiram recolher alguns dados importantes dos presentes estudos.
- Xana Mariano (PhD), sobretudo pela séria e competente revisão deste documento, mas também pela profunda amizade partilhada há tantos anos.
- Júlio Borja, pela revisão dos textos em língua inglesa, mas sobretudo pelos largos períodos de tempo partilhado na profissão, como na vida.
- Professores Doutores João Paulo Vilas-Boas e Ricardo Fernandes, pela célere disponibilização de materiais bibliográficos solicitados, bem como pelo incentivo e confiança sempre manifestados.

- Aos Treinadores e respetivos clubes, que por obrigações de sigílio não vou enumerar, o meu profundo agradecimento pela disponibilidade e confiança manifestadas, num processo que obrigou a alterações dos programas de treino, durante várias semanas.
- A todos os NADADORES integrantes da amostra, um agradecimento muito especial, pois sem eles nada disto teria sido possível. Mas, sobretudo, agradeço a abnegação no cumprimento de tudo o que lhes foi solicitado, mesmo nas situações que implicaram cargas verdadeiramente pesadas.
- A todos os Treinadores Portugueses que responderam massivamente ao questionário on-line, primeiro passo na recolha de dados, que possibilitou iniciar, com consistência, esta epopeia.
- Professor Doutor António Lopes, pela disponibilidade e paciência, no aconselhamento presencial de todas as minhas limitações e dificuldades informáticas.
- Ao amigo e colega Jaime Fidalgo, pela colaboração na recolha de dados, mas sobretudo pelos muitos momentos de reflexão e partilha de conhecimentos.
- Ao Carlos e Xana Cruchinho, pela gentileza na disponibilização da casa da Lagoa de S. André, momento de verdadeiro lançamento da redação desta dissertação.
- Aos meus estudantes da FEFD-ULHT que, de forma absolutamente voluntária, colaboraram na recolha de dados.
- À FPN, na pessoa da Secretária Permanente, Custódia Coroa, pela enorme e célere disponibilidade dos contatos informáticos de toda a comunidade de treinadores nacionais.
- Dr. Jorge Nunes, Diretor do Agrupamento de Escolas Braamcamp Freire, e sua equipa diretiva, pela compreensão e disponibilidade manifestadas – no estrito cumprimento das suas responsabilidades legais – que possibilitaram a conclusão desta dissertação.
- José Manuel Borges, pelo interesse e pela célere disponibilização de material bibliográfico, sempre que solicitado.
- À minha mulher Katie e à minha filha Nina, principais “vítimas” das minhas “ausências”, um agradecimento muito especial, pelo insuperável apoio, pela confiança e pela paciência manifestadas – BEM-HAJAM.
- Pais e irmão: aos primeiros pelos valores transmitidos, que se trataram da semente germinadora daquilo que sou. Ao segundo, pela disponibilidade e apoio, sempre que tal foi necessário, com critério e inteligência – BEM-HAJAM.

- Um agradecimento a todos aqueles – colegas treinadores não suprarreferidos, colegas da academia, Professores e dirigentes de referência – que, de alguma forma, marcaram a minha carreira profissional e académica: Luís Liberato Batista, Dr. Carlos Coutinho, António José de Almeida, Paulo Frischknecht, Dr. Shintaro Yokochi, Mário Madeira, Fernando Couto, Fausto Ângelo, Miguel Frischknecht, Prof. Jorge Coutinho, Filipa Frazão, Isabel Ribeiro, Orlando Fernandes, Luís Monteiro, Carlos Cruz, Luís Bom, Paulo Figueiredo, João Castro, Nuno Paz, Carlos Heitor e Silva, Paulo Gameiro, Filipe Coelho, Carlos Freitas, Fernando Teixeira, Pedro Vale, António Vasconcelos Raposo, Professora Claudina, Professor Doutor José Gomes Pereira, Professor Doutor Francisco Carreiro da Costa; Professor Doutor António Palmeira, Professor Doutor João Abrantes, Prof. Olímpio Coelho, Mestre Jorge André Ferreira, Professor Projeta, Professor Doutor António Marques, Sofia Fonseca, João Barata, Carlos Garcia, José Baltar Leite, José Sacadura, António Paulo Vasconcelos, Luís Cameira, Pedro Faia, José de Freitas, Raquel Barreto Madeira, Rui Oliveira, Jorge Rafael, João Comédias, Maria João Falcão, João Paulo Carreiro, Amélia Vieira, Júlio Coincas, Eng. Alves Saraiva, Amílcar Saavedra, Jorge Vieira, Luís Rocha, José Jardim, Hernâni Lopes Cardoso, João Paulo Bessa, José Curado, Pedro Vasconcelos, José Luís Gonçalves, Paulo Tejo, José Machado, Joaquim Pereira, João Campelo, José António Santana Pereira, Manuel Pedro Espeçada e Luís Sousa.
- Aos entes queridos, que já partiram, deixo também registado um agradecimento, na infeliz impossibilidade de o realizar diretamente.

RESUMO

Palavras chave: *Natação Pura Desportiva, treino aeróbio, treino intervalado, avaliação e prescrição*

A Natação Pura Desportiva (NPD), em função da natureza do esforço em situação competitiva, pode ser designada como uma modalidade de resistência, onde a participação do metabolismo aeróbio, apesar de variável, é determinante para o provimento energético da quase totalidade das provas (Gomes-Pereira, 1992; Rodriguez & Mader, 2011)

A presente dissertação tem como alvo a avaliação e prescrição do treino aeróbio em nadadores de nível nacional e internacional, sendo composta por três estudos sequenciais.

1º Estudo - Desenvolvimento da capacidade aeróbia em nadadores – critérios para prescrição e controlo de tarefas de treino em zonas aeróbias

Utilizando um questionário on-line, uma amostra de 51 treinadores portugueses (de reconhecido mérito nacional e internacional a nível dos escalões juniores e seniores) responderam a 4 grupos de questões fechadas relacionadas com os métodos de controlo da carga e as tarefas preferenciais para o desenvolvimento de três zonas distintas de treino aeróbio.

Em todas as variáveis verificou-se uma considerável dispersão nos resultados obtidos, com a excepção da frequência cardíaca, como método privilegiado de controlo da carga (90,2%). De salientar a massiva utilização do treino intervalado, em todas as zonas de intensidade, secundarizando completamente os métodos contínuos.

2º Estudo - Prescrição e controlo das velocidades de treino aeróbio em nadadores, associadas a parâmetros fisiológicos, cinemáticos e psicológicos

São objetivos específicos deste estudo comparar as velocidades (V_s) calculadas através de protocolo incremental adaptado – 7x200m, de Pyne, Maw, & Goldsmith (2000) – para as intensidades de A1 (limiar láctico) e A2 (limiar anaeróbio), com as V_s prescritas pelos treinadores, e as V_s cumpridas pelos nadadores, através do controlo das seguintes variáveis associadas: a) fisiológicas: lactatemia (La) e frequência cardíaca (FC); b) a percepção do esforço (PE); c) as variáveis cinemáticas: frequência gestual (FG) e índice de nado (IN).

A amostra: 16 nadadores masculinos absolutos de nível nacional e internacional, com idade de 20.0 ± 3.7 anos. Foram avaliadas as seguintes tarefas: A1 – 8x400m L 70% p=30" (T1) e 32x100m L 65% p=10" (T2); A2 – 2x(7x200m L 80% p=30") P=3' (T3) e 3x(10x100m L 75% p=15")P=3' (T4).

Principais conclusões: Os treinadores tendem a prescrever Vs inferiores ao estimado protocolarmente, sobretudo em A1. Maioritariamente, os nadadores cumprem com as prescrições dos treinadores. Em A1 as diferenças de V são acompanhadas por diferenças de La e PE, mas não da FC. Em A2 as diferenças de V nem sempre tiveram uma correspondência direta com as restantes variáveis do estudo, particularmente em PE. Os valores de FG e IN não sofrem alterações importantes, mesmo quando se verificam diferenças nas Vs.

3º Estudo - Determinar o efeito de 4 microciclos preparatórios diferenciados pelo desenho das tarefas de treino nas zonas de intensidade A1, A2 e potência aeróbia – séries exatas versus séries progressivas

Foi objetivo deste estudo: determinar e comparar o efeito de dois tipos de treino intervalado diferenciados – Séries Progressivas versus Séries Exatas – aplicadas em quatro microciclos do período preparatório do 1º macrociclo da época, nas zonas de intensidade predominantemente aeróbias: A1, A2 e PA. Foram avaliados os seguintes parâmetros: cronométricos (velocidade), bioenergéticos (lactatemia e frequência cardíaca), biomecânicos (frequência gestual, índice de nado e eficiência propulsiva) e psicológicos (percepção do esforço), encontrados em situação protocolar, igual ao 2º estudo.

A amostra foi composta por 20 nadadores absolutos de nível nacional e internacional com idades de 18.0 ± 6.5 anos, divididos em 2 grupos de 10, onde o regime de treino, nas zonas referidas, foi diferenciado conforme o objetivo.

Principais conclusões: Ambas as séries possibilitaram evoluções significativas da V no regime A1; contudo, as séries exatas revelaram-se mais vantajosas pela manutenção dos níveis de execução técnica. As séries exatas permitiram um melhor desenvolvimento da V na zona A2, sem prejuízo para as restantes variáveis. As séries progressivas permitiram uma maior evolução da V, na PA, sem prejuízo para as restantes variáveis.

ABSTRACT

Key words: *Swimming, aerobic training, interval training, evaluation and prescription*

Competitive Swimming, as per the nature of the effort in a competitive situation, can be designated as a resistance sport, where the participation of aerobic metabolism, although variable, is essential for the energy supply in almost all events. (Gomes-Pereira, 1992; Rodriguez & Mader, 2011).

The aim of this investigation, composed of three sequential studies, is to evaluate and prescribe aerobic training for nationally and internationally ranked swimmers.

1st study - Development of aerobic capacity in swimmers – criteria for the prescription and control of sets oriented towards basic aerobic intensity

The sample was composed of 51 top level Portuguese coaches who answered an online questionnaire. In the questionnaire, there were four groups of closed questions related to methods of load control and preferred tasks for the development of three distinct aerobic training zones.

The results for preferred methods of monitoring the training load displayed a considerable variety of results, except for heart rate control, which was mentioned by 90.2% of coaches. The results obtained pointed towards a massive use of interval training, with the continuous methods coming as a distant second.

2nd study - Prescription and control of aerobic training velocities in swimmers, associated with physiological, kinematic and psychological parameters.

The aim of this study was to compare the velocities (Vs) calculated through an adapted incremental protocol - 7x200m, by Pyne et al. (2000) - for the intensities of A1 (lactic threshold) and A2 (anaerobic threshold), with the Vs prescribed by the coaches, the Vs fulfilled by swimmers, and: a) physiological variables: lactatemia (La) and heart rate (HR); b) rate of perceived exertion (RPE); c) kinematic variables: stroke rate (SR) and stroke index (SI).

The sample: 16 nationally and internationally ranked male swimmers, aged 20.0 ± 3.7 years. The following tasks were evaluated: A1 – 8 x 400m free 70% rest = 30" (T1) and 32 x

100m free 65% rest = 10" (T2); 2 x (7 x 200m free 80% rest = 30 ") R = 3 '(T3) and 3 x (10 x 100m free 75% rest = 15") R = 3' (T4).

Main conclusions: Coaches tend to prescribe Vs slower than those defined by the protocol, especially in A1. Mostly, swimmers comply with the coaches' prescriptions. In A1 differences of V are accompanied by differences of La and RPE, but not of HR. In A2 the differences of V did not always correspond directly with the other study variables, particularly in RPE. The values of SR and SI do not undergo important changes, even when there are differences in Vs.

3rd Study - To determine the effect of four preparatory microcycles differentiated by the design of the training tasks in the zones of intensity A1, A2 and aerobic power (AP) - Progressive Sets versus Repeated Sets.

The aim of this study was to determine and compare the effect of two distinct interval training types - Progressive Sets versus Repeated Sets - applied in four microcycles of the preparatory period of the 1st macrocycle of the season, in the aerobic intensity zones: A1, A2 and AP. The following parameters were evaluated: Chronometric (velocity), Bioenergetic (La and HR), Biomechanic (SR, SI and propulsive efficiency) and Psychological (RPE), found in the same protocol situation as the 2nd study.

The sample consisted of 20 nationally and internationally ranked male swimmers aged 18.0 ± 6.5 years, divided into 2 groups of 10, where the training regime in the referred zones was differentiated according to the goal.

Main conclusions: Both sets allowed significant increases of V in the A1 regime. However, the repeat sets proved to be more advantageous in maintaining levels of technical execution. The Repeat Sets allowed for a better development of the V in A2, without prejudice to the remaining variables. The Progressive Sets allowed for a greater evolution of the V, in AP, regardless of the remaining variables.

ABREVIATURAS

A1	Limiar Láctico ou Limiar Aeróbio
A2	Limiar Anaeróbio
A3	Aeróbio 3
ADP	Adenosina difosfato
AMP	Adenosina monofosfato
AP	Aerobic power
ATP	Adenosina trifosfato
ATPase	Adenosinatrifosfatases
bpm	Batimentos por minuto
C	Custo energético
Ca ⁺⁺	Cálcio
CM	Campeonatos do Mundo
CO ₂	Dióxido de Carbono
CP	Creatina fosfato
CR-10	Category Ratio (escala de Borg adaptada)
D	Arrasto
d	Distância
DC	Distância de ciclo
D-max	Ponto da curva de regressão (ventilatória ou de lactato) que se encontra mais distante da reta desenhada entre os dois pontos distais dessa curva.
DP	Desvio Padrão
EEML	Estado estacionário máximo de lactato
ES	Effect Size
Etot	Energia total despendida ou produzida
FC	Frequência Cardíaca
FG	Frequência Gestual
FGC	Frequência gestual crítica
FINA	Federação Internacional de Natação
FPN	Federação Portuguesa de Natação
Fr	Número de Froude
Fund	Nadadores fundistas
FxO	Fosforilação oxidativa
H ⁺	Hidrogeniões

HC	Hidratos de carbono
HR	“Heart rate”
IIAL	Início do Incremento de Acumulação de Lactato
IN	Índice de nado
K ⁺	Potássio
La	Lactato
Lan	Limiar Anaeróbio
LAnI	Limiar anaeróbio individual
LL	Limiar láctico
LV	Limiar ventilatório
MAD	“Measurement of Active Drag”
MF	Nadadores meio fundistas
MHL	Modelação Hierárquica Linear
MI	Membros inferiores
MLSS	“Maximum Lactate Steady State”
MM	Melhor marca
mmol·L ⁻¹	Milimoles por litro
MOM	Modelo de objetivos múltiplos
MTP	Modelo de Treino Polarizado
mRNA	Mensageiro do ácido ribonucleico
MTU	Modelo de treino unidirecional
MVA	Máxima Velocidade Aeróbia
η _p	Eficiência Propulsiva
NPD	Natação Pura Desportiva
OBLA	“Onset Blood Lactate Accumulation”
p	Pausa (micropausa)
P	Macropausa
PA	Potência Aeróbia
P _{alac}	Potência Aláctica
Pd	Potência para superar o arrasto
PDH	Piruvato desidrogenase
PE	Percepção do esforço
PFK	fosfofrutoquinase
Pi	Fosfato inorgânico
Pk	Potência utilizada na troca de energia cinética
P _{lac}	PoTência láctica
Pmet	Potência metabólica total

Po	Potência mecânica total
PC	Potência Crítica
QR	Quociente Respiratório
RPE	“Rate of Perceived Exertion” (percepção subjetiva do esforço)
RTL	“Rating of Weekly Training Load”
SI	Stroke Index
SMS	Somente membros superiores
SNC	Sistema Nervoso Central
SPV	Sistema de Perturbação da Velocidade
SR	Stroke rate
t	Tempo
TAn	Treino Anaeróbio
TBI	Treino de baixa intensidade
TG	Técnica global
TAIA	Treino Intervalado de Alta Intensidade
TL	Tolerância láctica
TRIMP	“Training Impulse”
V	Velocidade
V(s)	Velocidades
VC	Velocidade Crítica
Ve	Equivalente ventilatório
Vel	Nadadores velocistas
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VO ₂	Consumo de Oxigénio
VO _{2max}	Consumo máximo de Oxigénio
VT1	Limiar ventilatório para Oxigénio
VT2	Limiar ventilatório para Dióxido de Carbono
V4	Velocidade correspondente à acumulação de 4 mmol·L ⁻¹

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	1
RESUMO	4
ABSTRACT	6
ABREVIATURAS.....	8
ÍNDICE	11
ÍNDICE DE QUADROS	13
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
ÍNDICE DE TABELAS	16
INTRODUÇÃO.....	18
Capítulo 1 – REVISÃO DE LITERATURA.....	26
1. BIOENERGÉTICA.....	26
1.1. Sistemas de Produção de Energia	26
1.2. Adaptações ao Processo de Treino da Resistência	34
1.3. Avaliação, Controlo e Prescrição do Treino da Resistência.....	42
1.4. O Processo de Treino em Natação	56
2. IMPLICAÇÃO DE FACTORES MECÂNICOS NO DESEMPENHO EM NPD	75
3. PERFIL DO NADADOR.....	87
4. PERIODIZAÇÃO DO TREINO EM NPD	94
Capítulo 2 – OBJETIVOS.....	102
Capítulo 3 – ESTUDOS EXPERIMENTAIS	103
1. INTRODUÇÃO.....	103
2. METODOLOGIA, INSTRUMENTAÇÃO E PROCEDIMENTOS	104
2.1. Estudo 1	104
2.2. Estudos 2 e 3	105
3. ESTUDO 1 – DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE AERÓBIA EM NADADORES – CRITÉRIOS PARA PRESCRIÇÃO E CONTROLO DE TAREFAS DE TREINO EM ZONAS AERÓBIAS.	110
3.1. Introdução	110
3.2. Amostra.....	110
3.3. Apresentação e discussão dos resultados	110
3.4. Conclusões	115
4. ESTUDO 2 – PRESCRIÇÃO E CONTROLO DAS VELOCIDADES DE TREINO AERÓBIO EM NADADORES, ASSOCIADAS A PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, CINEMÁTICOS E PSICOLÓGICOS.....	116
4.1. Introdução	116

4.2. Amostra.....	117
4.3. Desenho do estudo	119
4.4. Resultados	119
4.5. Discussão	124
4.6. Conclusões	130
5. ESTUDO 3 – DETERMINAR O EFEITO DE 4 MICROCICLOS PREPARATÓRIOS DIFERENCIADOS PELO DESENHO DAS TAREFAS DE TREINO NAS ZONAS DE INTENSIDADE A1, A2 E POTÊNCIA AERÓBIA – SÉRIES EXATAS VERSUS SÉRIES PROGRESSIVAS.....	131
5.1. Introdução.....	131
5.2. Amostra.....	132
5.3. Desenho do estudo	135
5.4. Resultados.....	138
5.5. Discussão	140
5.6. Conclusões	147
5.7. Aplicabilidade no processo de treino.....	147
CONCLUSÕES GERAIS.....	149
LIMITAÇÕES DO ESTUDO	150
SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	151
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153
ANEXOS	I
Anexo 1 - QUESTIONÁRIO AOS TREINADORES (1º Estudo).....	II
Anexo 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO	IV
Anexo 3 - INFORMAÇÃO AOS TREINADORES (2º Estudo)	V
Anexo 4 - INFORMAÇÃO AOS TREINADORES (3º Estudo)	XI
Anexo 5 - FICHAS DE REGISTO DOS DADOS (2º e 3º Estudos)	XVII
Anexo 6 - ESCALA DE BORG PARA CONSULTA DOS NADADORES	XXII

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Contribuição relativa dos sistemas energéticos em natação. Os valores (em %) sumariam os resultados de vários estudos (adaptado de Rodriguez & Mader, 2011)	29
Quadro 2. Estimativas da contribuição energética, anaeróbia e aeróbia, durante períodos de exercícios maximais (adaptado de Gatin, 2001).	31
Quadro 3. Sistemas energéticos partilhados durante provas de crol, em nadadores de top, obtidos por simulação computadorizada. Os valores encontram-se em % da energia total (Etot) despendida (adaptado de Rodriguez & Mader, 2011).	32
Quadro 4. Adaptação Category Ratio (CR-10) de Borg (1982).	50
Quadro 5. Métodos não invasivos de controlo da carga – FC e PE	53
Quadro 6. Escala com 5 zonas de intensidade para prescrever e monitorizar o treino da resistência (adaptado de Seiler, 2010 e 2012).	57
Quadro 7. Sistema de classificação do treino utilizado pelo Australian Institute of Sport – coeficientes de intensidade (adaptado de Pyne & Goldsmith, 2004).	57
Quadro 8. Zonas de Intensidade de treino segundo Sweetenham e Atkinson (2003)	60
Quadro 9. Zonas de Intensidade de treino segundo Maglischo (2003)	61
Quadro 10. Terminologia aplicada ao Plano de Carreira do Nadador – FPN. Retirado de Cunha & Cardoso (2006).	62
Quadro 11. Zonas de intensidade do treino A1, A2 e PA e métodos de controlo da carga – síntese de Maglischo (2003) e atualizado com dados de Espada & Alves (2010) e Faude et al. (2009).	63
Quadro 12. Percentagens (%) da distribuição da carga por zonas de intensidade – A1, A2 e PA + TAn (Treino Anaeróbio) – compilação de dados de Maglischo (2003).	67
Quadro 13. Percentagens (%) da distribuição da carga por zonas de intensidade – A1, A2 e PA + TAn (Treino Anaeróbio) – modelo de Dieter Linderman, apresentado por Hellard, Begotti, Deléaval, Duclaux, Dumoulin, Martinez et al. (1998a).	67
Quadro 14. Controlo do treino de resistência – Protocolos invasivos associados à NPD.	70
Quadro 15. Dados (média e DP) do estudo de Bentley et al. (2005), relativos a VO ₂ e FC.	73
Quadro 16. Dados (média e DP) do estudo de Bentley et al. (2005), relativos a V, La e PE.	73
Quadro 17. Dados (média e DP) do estudo de Anderson et al. (2006), para nadadores masculinos. ..	74
Quadro 18. Resumo de estudos - Avaliação de parâmetros biomecânicos em NPD.	82
Quadro 19. Valores do estudo de Costa et al. (2012a).	86
Quadro 20. Valores (média e DP) do estudo de Costa et al. (2012b).	86
Quadro 21. Valores (média e DP) do estudo de Ferreira (2014).	86
Quadro 22. Características antropométricas de uma amostra global de 231 nadadores masculinos participantes nos Campeonatos do Mundo (CM) de 1991 (médias e desvio-padrão) – adaptado de Mazza et al. (1994).	88

Quadro 23. Diferenças (ANOVA) das dimensões corporais em nadadores masculinos especialistas em Livres – adaptado de Mazza et al. (1994).	89
Quadro 24. Comparação (ANOVA) das dimensões corporais em nadadores masculinos especialistas em 200 e 400 Livres, entre os 12 primeiros (Top) e os restantes, nos CM de 1991; média e desvio-padrão – adaptado de Mazza et al. (1994).....	90
Quadro 25. Caracterização antropométrica das amostras em estudos com nadadores nos últimos 20 anos.	91
Quadro 26. Estrutura hierárquica e conteúdos dos ciclos na periodização (adaptado de Issurin, 2010, sintetizando Matveyev, 1964 e Harre, 1973)	94
Quadro 27. Principais limitações da periodização tradicional, para atletas de alto rendimento (adaptado de Issurin, 2010, citando Booth & Baldwin, 1996; Putman et al, 2004; Rennie et al, 2004; Irrcher et al, 2003; Bahr & Maehlum, 1986; Bangsbo et al, 1991; Issuin, 2008; Bell et al, 2000; Collins & MacPherson, 2007; Lidor et al, 2007; Platonov, 1997; Allerheiligen, 2003 e Bondarchuk, 2007).	96
Quadro 28. Modelos de periodização do treino “contemporâneos”.	97
Quadro 29. Duração de cada fase de treino e número de sessões por semana (média e desvio-padrão) (Adaptado de Stewart & Hopkins, 2000).	101
Quadro 30. Exemplo de um protocolo individual para o teste de 7x200m.	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Energia total ($\dot{E}_{tot}$) produzida e partilhada pelos 3 sistemas de produção de energia, em nado maximal em função do tempo. Dados (expressos em $\text{mlO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), correspondente aos valores absolutos de provas de 50m aos 1500m em estilo livre, à velocidade de competição para nadadores masculinos de top, obtidos por simulação computadorizada (Retirado de Rodriguez & Mader, 2011)...	30
Figura 2. Resposta do lactato sanguíneo a exercícios de carga constante, realizados a intensidades diferentes. MLSS = EEML (Retirado de Faude et al., 2009).....	38
Figura 3. Ilustração do Método D-max, com dados fictícios.	39
Figura 4. Ilustração da determinação do LAnI com dados fictícios.....	40
Figura 5. Três zonas de intensidade para prescrever e monitorizar o treino da resistência, baseadas nas 1ª e 2ª inflexões da curva de La, utilizando os equivalentes limiares ventilatórios para O_2 (VT1) e CO_2 (VT2) (Retirado de Seiler & Tonnessen, 2009; Seiler, 2010).	58
Figura 6. Configuração típica da curva lactato-carga, incluindo a transição aeróbia-anaeróbia como uma base de diferenciação de várias zonas de intensidade. MLSS = EEML (Retirado de Faude et al., 2009).	59
Figura 7. Representação gráfica dos modelos de periodização por autor.	98
Figura 8. Preferências dos treinadores relativamente aos métodos de controlo da carga aeróbia (%)	111
Figura 9. Preferências dos treinadores relativamente às tarefas para desenvolvimento de A1 (%)...	112
Figura 10. Preferências dos treinadores relativamente às tarefas para desenvolvimento de A2 (%).	113
Figura 11. Preferências dos treinadores relativamente às tarefas para desenvolvimento da PA (%).	114

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais da amostra: média, desvio-padrão (DP), máximo (Max) e mínimo (Min)	117
Tabela 2. Características antropométricas da amostra (médias e desvio-padrão).	118
Tabela 3. Características da amostra: teste de 7x200m - valores da última repetição (4x50m c/ pausa de 10 seg). Média, Desvio Padrão (DP), Máximo (Max) e Mínimo (Min)	118
Tabela 4. Cronograma do 2º estudo.	119
Tabela 5. Valores da Velocidade (m/s) – Média e Desvio Padrão – correspondentes a A1 encontrados em: (A) – Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al, 2000); (B) – Velocidade prescrita pelos Treinadores para a tarefa (T1) 8x400 L; (C) – Velocidade realizada pelos Nadadores na T1 (8x400 L); (D) – Velocidade prescrita pelos Treinadores para a tarefa (T2) 32x100 L; (E) – Velocidade realizada pelos Nadadores na T2 32x100 L	120
Tabela 6. Em A1, valores de lactatemia (La-mmol·L ⁻¹), Frequência Cardíaca (FC–bpm), Percepção do Esforço (PE CR-10), Frequência Gestual (FG-ciclos/min) e Índice de Nado (IN) – Média e Desvio Padrão – relativos a: (A) - Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al., 2000); (B) Tarefa 8x400 L (T1); (C) – Tarefa 32x100 L (T2).	121
Tabela 7. Valores da Velocidade (m/s) correspondentes a A2 encontrados em: (A) - Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al, 2000); (B) – Velocidade prescrita pelos Treinadores para a tarefa (T3) 2x(7x200 L); (C) – Velocidade realizada pelos Nadadores na T3 (2x(7x200 L) na 2ª série (S2))......	122
Tabela 8. Em A2, valores de lactatemia (La-mmol·L ⁻¹), Frequência Cardíaca (FC–bpm), Percepção do Esforço (PE CR-10), Frequência Gestual (FG-ciclos/min) e Índice de Nado (IN), relativos a: (A) - Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al., 2000); (B) – 1ª Série da Tarefa 2x(7x200 L) (T3-S1); (C) – 2ª Série da Tarefa 2x(7x200 L) (T3-S2)......	122
Tabela 9. Valores da Velocidade (m/s) – Média e Desvio Padrão – correspondentes a A2 encontrados em: (A) – Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al, 2000); (B) – Velocidade prescrita pelos Treinadores para a tarefa (T4) 3x(10x100 L); (C) – Velocidade realiza pelos Nadadores em T4 na 1ª série (S1); (D) – Velocidade realizada pelos Nadadores em T4 na 2ª série (S2); (E) – Velocidade realizada pelos Nadadores em T4 na 3ª série (S3).	123
Tabela 10. Em A2, valores de lactatemia (La-mmol·L ⁻¹), Frequência Cardíaca (FC–bpm), Percepção do Esforço (RPE 1-10–Borg), Frequência Gestual (FG-ciclos/min) e Índice de Nado (IN), relativos a: (A) – Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al, 2000); (B) – 1ª Série da Tarefa 3x(10x100 L) (T4-S1); (C) – 2ª Série da Tarefa 3x(10x100 L) (T4-S2); (D) – 3ª série da Tarefa 3x(10x100 L) (T4-S1).	123
Tabela 11. Características gerais da amostra: média, desvio-padrão (DP), máximo (Max) e mínimo (Min)	132
Tabela 12. Características da amostra: testes de 7x200m (Inicial e Final) - valores da última repetição (4x50m c/ pausa de 10 seg). Média, Desvio Padrão (DP), Máximo (Max) e Mínimo (Min).	133
Tabela 13. Características antropométricas da amostra (média e desvio-padrão).	134
Tabela 14. Cronograma do estudo 3	135

Tabela 15. Cronograma da distribuição das tarefas condicionadas ao longo do estudo. V(s) definidas em função dos resultados individuais do Protocolo A.	137
Tabela 16. Volume (m) realizado nas tarefas condicionadas por zona de intensidade (A1, A2 e PA), em cada grupo.	138
Tabela 17. Valores (média e desvio-padrão) para A1 de: Velocidade ($V\text{-m}\cdot\text{s}^{-1}$), Lactatemia (La-mM), Frequência Cardíaca (FC-bpm), Perceção do Esforço ($\text{PE} - \text{CR-10}$), Frequência Gestual ($\text{FG-ciclos}\cdot\text{min}^{-1}$), Índice de Nado ($\text{IN-m}^2\cdot\text{c}\cdot\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$), Eficiência Propulsiva ($\Pi\text{p-\%}$) – determinados num teste progressivo 7x200L (adapt. Pyne et al., 2000), realizados antes (inicial) e após (final) a aplicação do regime diferenciado de treino; Grupo 1 – Séries Progressivas; Grupo 2 – Séries Exatas.	139
Tabela 18. Valores (média e desvio-padrão) para A2 de: Velocidade ($V\text{-m}\cdot\text{s}^{-1}$), Lactatemia ($\text{La-mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), Frequência Cardíaca (FC-bpm), Perceção do Esforço ($\text{PE} - \text{CR-10}$), Frequência Gestual ($\text{FG-ciclos}\cdot\text{min}^{-1}$), Índice de Nado ($\text{IN-m}^2\cdot\text{c}\cdot\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$), Eficiência Propulsiva ($\Pi\text{p-\%}$) - determinados num teste progressivo 7x200L (adapt. Pyne et al, 2000), realizados antes (inicial) e após (final) a aplicação do regime diferenciado de treino; Grupo 1 - Séries Progressivas; Grupo 2 - Séries Exatas.	139
Tabela 19. Valores (média e desvio-padrão) para PA de: Velocidade ($V\text{-m}\cdot\text{s}^{-1}$), Frequência Cardíaca (FC-bpm), Perceção do Esforço ($\text{PE} - \text{CR-10}$), Frequência Gestual ($\text{FG-ciclos}\cdot\text{min}^{-1}$), Índice de Nado ($\text{IN-m}^2\cdot\text{c}\cdot\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$), Eficiência Propulsiva ($\Pi\text{p-\%}$) – determinados num teste progressivo 7x200L (adapt. Pyne et al, 2000), realizados antes (inicial) e após (final) a aplicação do regime diferenciado de treino; Grupo 1 - Séries Progressivas; Grupo 2 - Séries Exatas.	140

INTRODUÇÃO

O processo de treino desportivo tem vindo a sofrer alterações relevantes, decorrentes, sobretudo, de uma mediatização televisiva que se vem traduzindo numa profissionalização dos atletas, num número muito alargado de modalidades.

Ultimamente, as modalidades olímpicas têm sido sujeitas a alterações consideráveis. A rivalidade, nos palcos olímpicos, tem crescido exponencialmente, muito por força de um duplo compromisso: profissionalização / comercialização, que levou a um investimento no desenvolvimento de sistemas desportivos, a nível tecnológico e na qualidade e quantidade dos técnicos especialistas, em países como a China, o Japão, a França, a GB e a Austrália, entre outros (Platonov, 2006).

A profissionalização dos praticantes, em particular, tem provocado importantes modificações no seio das modalidades, nomeadamente nos quadros competitivos – com uma calendarização cada vez mais preenchida – e na longevidade da carreira dos praticantes ao mais alto nível. Estas modificações serão mais visíveis em algumas modalidades olímpicas individuais, como a Natação Pura Desportiva e a Ginástica Artística, onde o número de competições, num ciclo olímpico, aumentou consideravelmente desde a década de 90 do século XX, tal como a idade dos atletas de elite, sendo muito frequente a conclusão das carreiras após os 30 anos de idade, em ambos os sexos, mantendo os níveis de prestação desportiva, sempre a um nível elevadíssimo.

Esta nova realidade tem como alvo a excelência da prestação competitiva, que se traduz numa operacionalização de programas de treino muito exigentes que poderão induzir problemas de adaptação, dos atletas, caso não se respeitem condições ótimas de equilíbrio na treinabilidade e cargabilidade, por incapacidade de renovação completa e atempada dos recursos energéticos e funcionais (Rama, 2009).

No entanto, um processo de periodização do treino a longo prazo deve estar estruturado de modo a evitar qualquer tipo de experiências negativas, impondo, simultaneamente, um programa progressivo e gradual, sem surtos abruptos de intensidade ou stresse competitivo (Alves, 2002). Assim, todo o processo com vista ao Alto Rendimento deve ser estruturado e avaliado, de modo a garantir a progressão gradual desejada.

Este processo vem implicando um cada vez maior investimento nos sistemas de controlo e avaliação do treino e da competição, tendo como alvo a excelência da prestação competitiva. A Biomecânica, a Fisiologia, a Psicologia e a Bioquímica serão, de entre as Ciências do Desporto, as que maiores contributos vêm prestando à NPD, as quais são, concomitantemente, acompanhadas por importantes desenvolvimentos tecnológicos (Gomes-Pereira, 1992; Rama, 2009).

Contudo, a utilização de diversos indicadores cinemáticos, fisiológicos e perceptivos obtidos, ainda que, sem o recurso a tecnologia sofisticada, têm-se mostrado pertinentes e fiáveis na avaliação da resposta dos nadadores ao treino e em prever resultados, sendo de enorme utilidade para o treinador, dada a relativa facilidade e celeridade da recolha de dados e sua utilização no processo prescritivo do treino (Caputo, Lucas, Greco & Denadai, 2000).

Face à natureza do esforço em competição, a NPD pode ser designada como uma modalidade de resistência, onde o contributo do metabolismo aeróbio, apesar de variável, é decisivo para o fornecimento energético da quase totalidade das provas (Gomes-Pereira, 1992; Rodriguez & Mader, 2011).

No desenvolvimento da resistência na NPD há que destacar a importância das melhorias dos parâmetros aeróbios no aprimoramento dos resultados, assim como os métodos de treino adequados à concretização dessas melhorias (Jones & Carter, 2000).

Nas tarefas de treino aeróbias, o objetivo deverá ser nadar a velocidades ótimas, pré-definidas, que possibilite atingir uma capacidade aeróbia superior, sem uma produção de acidose severa, resultante da acumulação do lactato e dos iões de hidrogénio associados (Maglischo, 2003; Sweetenham & Atkinson, 2003). Daí a necessidade de um cada vez maior controlo científico do processo individual de treino.

Contudo, são em número diminuto os estudos, de âmbito fisiológico, realizados com atletas de nível competitivo elevado, onde são avaliadas distintas tarefas de treino, prescritas em função dos objetivos definidos pelos treinadores. Esta situação resultará da dificuldade em persuadir, atletas e respetivos treinadores, para a alteração dos seus programas de treino, o que permitiria responder aos interesses dos investigadores (Laursen & Jenkins, 2002).

Pertinência do Estudo

Apesar de, reconhecidamente, no esforço em NPD predominar o regime aeróbio, na maioria das provas, os três sistemas fundamentais de produção de energia têm uma participação concomitante. A intervenção relativa de cada sistema depende da duração de cada prova, partindo do princípio que toda a participação competitiva é cumprida à máxima intensidade (Maglischo, 2003; Olbrecht, 2000; Rodriguez & Mader, 2011; Sweetenham & Atkinson, 2003).

Importa, assim identificar as zonas clássicas do treino aeróbio na NPD: a) O Limiar Láctico (LL), que corresponde à intensidade que está associada ao incremento inicial da taxa de acumulação de lactato, durante um teste progressivo (Svedahl & MacIntosh, 2003); b) O Limiar Anaeróbio (LAn) que é considerado como a mais elevada concentração de lactato sanguíneo que pode ser mantida em equilíbrio metabólico, durante um exercício prolongado realizado pela globalidade corporal (Baldari & Guidetti, 2000; Maglischo, 2003, Stegman & Kindermann, 1982; Svedahl & MacIntosh, 2003). O LAn é também definido como uma intensidade de treino, uma velocidade ou uma fração do VO_{2max} , para um nível de lactato sanguíneo definido ou estado estacionário máximo de lactato (EEML), sendo aceite como uma importante medida da capacidade aeróbia (Bilat, 1996); c) A Potência Aeróbia (PA) é considerada como o indicador principal das capacidades cardiovasculares, com importância determinante na capacidade atlética (Bentley, Roels, Hellard, Fauquet, Libicz & Millet, 2005).

Nadadores que não construam inicialmente uma base consistente de capacidade aeróbia, através de processos de treino de A1 (Limiar Láctico, ou Limiar Aeróbio segundo Maglischo, 2003) e A2 (Limiar Anaeróbio/EEML) realizados a velocidades ótimas, verão limitadas as suas capacidades de concretizarem elevados volumes de treino a intensidades mais pesadas, no âmbito da resistência (Maglischo, 2003). O desenvolvimento da capacidade aeróbia dos atletas assume-se como um dos objetivos determinantes para o sucesso na NPD (Dekerle, Pelayo, Brickley & Carter, 2003).

A adequada prescrição do exercício no âmbito das atividades cíclicas de resistência é um dos factores determinantes do processo de treino, conducente ao sucesso competitivo.

O regime de treino em zonas de intensidade A1 e A2 é aceite, por um importante número de investigadores e treinadores, como determinante no êxito de nadadores especialistas em provas de distância igual ou superior aos 200 metros.

Conhecem-se inúmeras propostas de tarefas têm sido divulgadas para o desenvolvimento de A1, A2 e PA, porém, não estão disponíveis estudos que determinem as tarefas cuja prescrição melhor se identifica com a exigência bioenergética pretendida.

Tal é defendido por Maglischo (2003), quando refere que o treino de A1 deve ser realizado durante as primeiras 8 a 12 semanas de treino de cada época, utilizando 60% a 70% do volume de treino nesse período, sendo caracterizado por um volume elevado a intensidades moderadas. Contudo, não estão cientificamente determinadas as tarefas mais adequadas para esta zona de intensidade.

A fim de investigar a pertinência da prescrição da intensidade da carga em zonas de intensidade distintas importou determinar, previamente, quais os métodos de controlo do treino, bem como as tarefas mais utilizadas pelos treinadores portugueses, para o desenvolvimento das zonas de treino A1, A2 e PA.

Organização e Objetivos

Foi princípio fundamental deste estudo garantir que, nos momentos de recolha de dados, estavam asseguradas as condições de desempenho, em conformidade com as situações de competição ou treino não condicionado; ou seja garantiu-se a natureza ecológica da atividade.

Assim, declaradamente, prescindiu-se da utilização de alguns instrumentos tecnológicos de ponta, mas garantiu-se uma abrangência nas três principais áreas da avaliação e controlo do treino em NPD. Deste modo, os meios utilizados não constrangeram a qualidade da execução técnica, nem da velocidade do nado e respetivas viragens, correspondendo exatamente à realidade de treino e de competição, algo que nem sempre é possível aquando da utilização de alguns instrumentos tecnologicamente mais avançados.

Como garante de pertinência e robustez científica, foram realizados 3 estudos sequenciais, que passamos a apresentar:

Estudo 1:

De modo a que o objeto de estudo avaliasse, rigorosamente, a realidade da NPD portuguesa no que respeita aos regimes de treino aeróbio de nadadores absolutos (juniores e seniores), neste primeiro estudo recolheram-se informações junto dos treinadores portugueses, relativamente aos seus modelos de controlo e prescrição do treino.

Para tal foi elaborado um questionário on-line, ao qual responderam 51 treinadores portugueses de NPD com nadadores absolutos a participarem em competições nacionais e internacionais.

Foram definidos os seguintes objetivos de estudo:

- Definição das estratégias mais frequentes, utilizadas por treinadores portugueses de nível nacional e internacional, para o desenvolvimento da capacidade e potência aeróbia de nadadores, identificando os métodos de controlo da carga, bem como as tarefas mais utilizadas para as zonas de intensidade do treino aeróbio correspondentes a A1, A2 e PA.

Estudo 2:

O estudo 2 teve como base os resultados do estudo 1, para a seleção das tarefas que foram avaliadas nas zonas de intensidade A1 e A2.

Para determinação das zonas de intensidade A1 e A2 foi aplicado um protocolo progressivo de Pyne, Maw, & Goldsmith (2000) – 7x200m crol; as tarefas selecionadas foram também alvo de análise das mesmas variáveis que o teste protocolar. Para a avaliação bioenergética foram utilizados meios minimamente invasivos – lactatemia – e não invasivos – frequência cardíaca –, para a avaliação biomecânica recorreu-se a determinação da velocidade e da frequência gestual – por via direta e diferida – sendo posteriormente calculado o índice de nado; a avaliação psicológica foi realizada através da aplicação da escala CR-10 de Borg.

Os objetivos definidos para este estudo foram os seguintes:

- Comparar a intensidade determinada através de protocolo de avaliação específico com as normalmente prescritas pelos treinadores.
- Adicionalmente foi objetivo deste estudo avaliar como são interpretadas tarefas de treino, tipificadas para as zonas de treino A1 e A2, por nadadores de nível internacional e nacional.

- Comparar os parâmetros bioenergéticos (lactatemia e frequência cardíaca), biomecânicos (frequência gestual e índice de nado) e psicológicos (percepção do esforço), encontrados em situação protocolar e no cumprimento em situação de treino, das tarefas tipificadas.

Estudo 3:

O terceiro estudo constitui uma abordagem interventiva. Tratou-se de uma investigação algo inovadora, efetuando algumas alterações nos programas de treino de cada clube, durante um período de 4 semanas, numa amostra que incluía vários nadadores internacionais, incluindo olímpicos.

O teste de 7x200m crol foi aplicado antes do início do estudo, no final do 2º microciclo de treino do 1º macrociclo da época desportiva, e após 4 semanas de aplicação de tarefas determinadas, distintas para os 2 grupos constituintes da amostra.

Para além do momento de avaliação protocolar, realizou-se um acompanhamento presencial do processo de treino, nas sessões em que as tarefas selecionadas para este estudo foram aplicadas.

Foram avaliadas as mesmas variáveis do estudo 2, tendo sido acrescentado o cálculo da eficiência propulsiva (Zamparo, 2006).

Foi objetivo central do estudo:

- Determinar e comparar o efeito de dois tipos de treino intervalado diferenciado: Séries Progressivas versus Séries Exatas. Estas séries foram aplicadas em quatro microciclos do período preparatório do 1º macrociclo da época, nas zonas de intensidade predominantemente aeróbias: A1, A2 e PA, em nadadores de nível internacional e nacional. Foram avaliados os seguintes parâmetros: cronométricos (velocidade), bioenergéticos (lactatemia e frequência cardíaca), biomecânicos (frequência gestual, índice de nado e eficiência propulsiva) e psicológicos (percepção do esforço).

Pressupostos de investigação

O cumprimento de um projeto desta natureza pressupõe uma absoluta colaboração por parte de treinadores e nadadores.

Esta investigação envolveu avaliações com considerável originalidade, quer pelos processos, quer pelas características da amostra; até porque a realização de estudos experimentais relativamente à operacionalização do processo de treino é extremamente difícil de concretizar em atletas de alto rendimento, na medida em que nem estes nem os respetivos treinadores desejam ver, subitamente alterados, os métodos que vêm aplicando ao longo de muitos anos (Seiler & Kjerland, 2006).

Justifica-se apresentar um conjunto de assunções que suportam e validam os resultados, análises e conclusões obtidos:

- a) Nas respostas ao questionário *on-line*, foram salvaguardadas as necessárias condições, para que as respostas tenham sido efetuadas de modo cuidado e em função da realidade dos processos operacionalizados no dia a dia;
- b) As indicações dos treinadores para o 2º estudo corresponderam às suas reais convicções e às intensidades que vinham aplicando na prescrição do processo de treino, nas zonas de intensidade A1 e A2;
- c) No decorrer do 3º estudo, o processo de treino, seguiu as indicações prescritas – verbalmente e por escrito – pelo investigador responsável. Tudo leva a crer que o que estava estipulado foi respeitado, não só pelo acompanhamento *in loco* realizado, como pela informação prestada pelos treinadores, nos casos de 2 nadadores da amostra que não puderam cumprir com o definido, motivo pelo qual foram retirados do estudo;
- d) A gravação de todas as imagens, em vídeo, durante a recolha dos dados, garantiu a devida supervisão, permitindo a confirmação (ou correção) de todos os valores cinemáticos avaliados, sempre que tal foi necessário;
- e) Todas as recolhas foram realizadas individualmente e em condições de igualdade, sem interferência de outros nadadores, em qualquer das variáveis estudadas;
- f) A recolha de dados teve sempre a presença do autor desta dissertação, muitas vezes coadjuvado pelo Co-Orientador da referida, e na maioria dos casos com a participação de outros técnicos experientes na matéria;
- g) A recolha de dados antropométricos foi realizada com material adequado e por um técnico experiente na matéria;

- h) Foram salvaguardadas as condições necessárias para que as respostas dos nadadores, relativas ao esforço percecionado no final de cada situação avaliada, fossem absolutamente sinceras.

Trabalhos apresentados ou publicados no âmbito desta tese

No âmbito da presente dissertação doutoral, foram já apresentados / publicados dados dos presentes estudos, cujas referências passamos a apresentar:

Cunha, P.; Proença, J.; Rama, L. (2014). Development of aerobic capacity in swimmers – criteria for the prescription and control of sets oriented towards basic aerobic intensity. *19th annual Congress of the European College of Sport Science*. Amsterdam; Netherlands.

Cunha, P.; Proença, J.; Rama, L. (2014). Desenvolvimento da capacidade aeróbia em nadadores – critérios para prescrição e controlo de tarefas de treino em zonas aeróbias. *Gymnasium - Revista de Educação Física, Desporto e Saúde*, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 131-148.

Cunha, P.; Proença, J.; Fidalgo, J.; Cardoso, L. & Rama, L. (2015). Relação entre velocidades em regime aeróbio e parâmetros de controlo da carga, em nadadores - *1º Congresso Ibero Americano (REAFES)*; Lisboa.

Cunha, P.; Proença, J.; Fidalgo, J.; Cardoso, L. & Rama, L. (2015). Prescrição e controlo das velocidades de treino aeróbio em nadadores, associadas a parâmetros cinemáticos. *1º Congresso Ibero Americano (REAFES)*; Lisboa.

Capítulo 1 – REVISÃO DE LITERATURA

1. BIOENERGÉTICA

1.1. Sistemas de Produção de Energia

O Homem, como qualquer outro animal, necessita de energia para sobreviver. Sabendo-se que 60 a 70% da energia mobilizada pelo corpo humano é desperdiçada sob a forma de calor, restando uma menor percentagem para a produção de trabalho mecânico e em processos celulares que possibilitam o restauro e desenvolvimento dos tecidos (muscular, por exemplo), bem como o transporte de substâncias essenciais (como a glicose e o Ca^{++}) entre membranas celulares, absolutamente determinante na manutenção da homeostasia (Wilmore & Costil, 1994).

Para qualquer função biológica, a energia necessária é obtida pelo catabolismo dos alimentos em 3 básicos componentes químicos: hidratos de carbono (HC), lípidos e proteínas. Estes podem ser armazenados e posteriormente transformados numa outra componente química, a adenosina trifosfato (ATP), que constitui o único carburante que pode ser diretamente utilizado no trabalho muscular ou em qualquer função celular. No músculo, a energia proveniente da hidrólise do ATP pela enzima ATPase, ativa locais específicos, o que permite aos filamentos musculares (miofibrilas) produzir força. O ATP também é necessário para a recuperação dos iões de cálcio para a relaxamento das fibras musculares (Rodriguez e Mader, 2011).

Segundo inúmeros autores (citamos apenas Platonov & Fessenko, 1994B, Rodriguez & Mader, 2011; Wilmore & Costil, 1994), existem 3 tipos de mecanismos inerentes à dissociação e ressíntese do ATP:

1. Sistema do Fosfagénio (ou anaeróbio aláctico) – atua durante 3 a 5 segundos à máxima intensidade. Apenas dois terços do fosfagénio pode ser consumido sem a ativação da glicólise.
2. Sistema Glicolítico (ou anaeróbio láctico) – Este sistema entra em funcionamento quase máximo após alguns segundos de atividade e recoloca o ATP durante aproximadamente 1 minuto na sua potência máxima.
3. Sistema Aeróbio – Este sistema demora entre 40 e 90 segundos para atingir a sua potência máxima, mas consegue, dependendo do nível de preparação, manter esta intensidade durante 5-7 minutos. Em exercícios submáximos este sistema pode atuar durante várias horas.

O modelo de dinâmica energética do metabolismo muscular, desenvolvido por Mader (2003) e corroborada por Holliday e Jeukendrup (2012), baseia-se na regulação da produção de ATP na célula muscular. Esta sustenta-se na fosforilação oxidativa (F_xO) e na glicólise, possibilitando a fosforilação do sistema de fosfacto citológico de alta energia. Neste modelo, a ativação do F_xO pode ser realizada com a inclusão de ADP, como substrato, e de uma outra fonte que resulta da diferença entre a energia livre existente entre a mitocôndria e o citosol. A glicólise é regulada pela fosfofrutoquinase (PFK), por sua vez modelada pelos adenosinadifosfacto (ADP) e adenosinamonofosfacto (AMP) livres. A PFK é inibida pela descida do pH em resultado dos hidrogeniões (H⁺) associados à acumulação de lactato.

A utilização do oxigénio pela musculatura esquelética é o passo final de uma série de reações metabólicas. A limitação periférica pode surgir por diferentes motivos: i) dimensão e quantidade insuficientes de mitocôndrias; ii) enzimas oxidativas em quantidade ou com atividade insuficientes; iii) deficiência de quaisquer dos intermediários metabólicos; na medida em que, se algum dos passos desta via metabólica for inibido, todos os passos subsequentes também o serão (Benetti, Santos & Carvalho, 2000). Nessas situações, o lactato representará um veículo de transporte de energia química potencial no corpo, de um lado (fibras glicolíticas de contração rápida) para outro (coração e fibras oxidativas) (Billat, Sirvent, Py, Koralsztejn & Mercier; 2003). Contudo, uma acumulação de lactato é um indicador da depleção de glicogénio (Brooks, Fahey & White, 1996).

Durante a realização de exercícios de alta intensidade, a acumulação de lactato resulta do facto da produção de ácido láctico ser superior à sua remoção. A um determinado nível de pH, o ácido láctico (como ácido orgânico poderoso) fragmenta-se do protão (H⁺) e praticamente dissocia-se em hidrogénio e iões de lactato; daí que os termos: *ácido láctico* e *lactato* sejam usados como sinónimos. A descida dos valores do pH fica a dever-se sobretudo ao H⁺ do lactato (Billat et al., 2003).

Para as limitações do sistema glicolítico podem ser encontradas várias explicações adicionais: a energia proveniente das reservas de ATP e CP é limitada, assim como a taxa e a energia total libertada pela via glicolítica anaeróbia também parece ser limitada (Medbo, Mohn, Tabata, Bahr, Vaage & Sejersted, 1988). Durante o exercício máximo a taxa de glicólise pode ser aumentada até 100 vezes do valor de repouso, no entanto, não é possível a sua sustentação. Um gradual decréscimo do pH – de 7.1 para 6.9 – é suficiente para reduzir a atividade das enzimas glicolíticas, particularmente da fosforilase e da PFK, de que resulta uma diminuição da taxa de ressíntese de ATP (Costil, 1992). Quando o pH desce para 6.4 a influencia do H⁺ livre é suficientemente para interromper a desagregação de glicogénio, que provoca a quebra abrupta de ATP e a exaustão (Costil, 1992). Outra hipótese sugere que, o

decréscimo da concentração de AMP livre, no sarcoplasma, provoca numa diminuição da ativação da fosforilase (Maughan, Gleeson & Greenhaff, 1997). O decréscimo da taxa de glicólise pode também ser a resposta a uma redução da solicitação energética (Green, 1990), resultado de: i) inibição do motoneurónio, ii) alterações da ativação ou da capacidade de produção de força através das pontes cruzadas, ou iii) alterações na capacidade de o retículo sarcoplasmático produzir e libertar Ca^{++} .

Importa realçar que a fosforilase é ativada pelo aumento da intensidade do exercício, pelo incremento da concentração de cálcio, do fosfacto inorgânico (Pi) e da AMP. Estes metabolitos – ADP, AMP e Pi – ativam a PFK. Todos estes mecanismos contribuem para o aumento da taxa de produção de lactato e para a diminuição da sua taxa de remoção (Billat et al, 2003).

Benetti et al. (2000) afirmam em situações de exercício mais intenso, o transporte do piruvato para o interior da mitocôndria é lento, com elevado custo energético e nem todo o piruvato pode ser transformado em acetilcoenzima A na mitocôndria, pela ação da enzima piruvato desidrogenase (PDH) (Billat et al, 2003). Assim, Benetti et al. (2000) sugerem que, em determinadas intensidades, a velocidade de produção do piruvato excede a capacidade de transporte do sistema mitocondrial, tornando o piruvato mais concentrado no citoplasma, aumentando a formação do lactato que ocorrerá independentemente da oferta de O_2 .

O treino de resistência provoca um decréscimo de 33% na produção de piruvato, bem como da formação de lactato, derivada do piruvato. Estima-se que, durante 15 min de exercício a 75% do VO_2max , e a concentração de acetilcoenzima A e CP sofram um incremento de 59%. Consequentemente, a redução do fluxo glicolítico, pós treino, será acentuado pela atividade enzimática do PDH – que é independente do VO_2 – que não sofre alterações após o exercício (Billat et al, 2003), o que vem confirmar o suprarreferido por Benetti et al. (2000).

Para Rodriguez e Mader (2011), a energia total produzida por unidade de tempo ($\dot{E}$) pode ser apresentada pela seguinte equação:

$$\dot{E} \propto \text{ATP} = \text{PCr} + b\text{La} + c\text{VO}_2 \quad (1)$$

As variáveis (com todos os valores expressos por unidade de tempo) indicam as taxas de fornecimento energético proveniente da degradação do ATP e da PCr, do lactato produzido e do oxigénio (O_2) consumido representando, deste modo, a taxa de energia proveniente dos 3 mecanismos de fornecimento energético. As constantes b e c aplicam-se à quantidade de ATP ressintetizado por unidade de lactato formado ou O_2 consumido. Esta

equação ajuda no entendimento da noção de continuidade de fornecimento energético ao músculo em atividade. Por questão de simplificação, a equação supra pode ser apresentada:

$$P_{met} = P_{alac} + P_{lac} + PA \quad (2)$$

Onde P_{met} é a potência metabólica total, e $P_{alac} + P_{lac} + PA$, representam, respetivamente, as fontes anaeróbia aláctica (fosfagénio), láctica (glicolítica) e aeróbia (oxidativa). Contudo, esta classificação é algo simplista, dado que o exercício requer disponibilidade energética proveniente de mais do que uma fonte, simultaneamente e de modo ininterrupto.

Esta opinião é corroborada por Gastein (2001) ao afirmar que, durante algum tempo ter-se-ão repetido 2 equívocos na ciência do exercício e do treino: 1) A resposta dos sistemas de energia às necessidades de um exercício intenso seriam basicamente sequenciais; 2) O sistema aeróbio responderia lentamente, nos exercícios curtos e intensos, apesar de terem algum contributo nesse suporte energético.

A confirmar o referido encontram-se os valores constantes no quadro 1, que nos permite verificar a discrepância das percentagens encontradas para a contribuição energética, em vários estudos, particularmente nas provas mais curtas onde a contribuição anaeróbia apresenta dados muito díspares. Rodriguez e Mader (2011) argumentam que as diferenças da eficiência mecânica, existentes entre as várias amostras, poderão ter contribuído para esta disparidade.

Quadro 1. Contribuição relativa dos sistemas energéticos em natação. Os valores (em %) sumariam os resultados de vários estudos (adaptado de Rodriguez & Mader, 2011)

Distância *	Fosfagénio (%)	Glicolítico (%)	Aeróbio (%)
50 m	15-80	2-80	2-26
100 m	5-28	15-65	5-54
200 m	2-30	25-65	5-65
400 m	0-20	10-55	25-83
800 m	0-5	25-30	65-83
1500 m	0-10	15-20	78-90

* Em nadadores masculinos – está assumido que a contribuição energética relativa é semelhante em femininos, para as mesmas distâncias.

Uma análise da literatura atual sugere que, aparentemente, todas as atividades físicas utilizam cada um dos 3 processos de produção energética. Não existirão dúvidas que

cada sistema fornecerá adequadamente, consoante o tipo de atividade, mas nunca de forma exclusiva. Do mesmo modo, cada sistema energético contribuirá, sequencialmente e em sobreposição, para suprir as necessidades energéticas inerentes ao exercício – ver quadros 1, 2 e 3 e Figura 1 – Gatin (2001).

A figura 1 ilustra o conceito de estimulação simultânea dos mecanismos metabólicos de aporte energético, em natação, à intensidade máxima em diferentes distâncias na técnica de crol.

Aparentemente a contribuição do sistema aeróbio, em exercícios intensos, tem sido subestimada, conforme dados do quadro 2.

Parece evidente que os 3 sistemas energéticos contribuem para o aporte energético em situação de sprint, mesmo em esforços com a duração de 10 segundos.

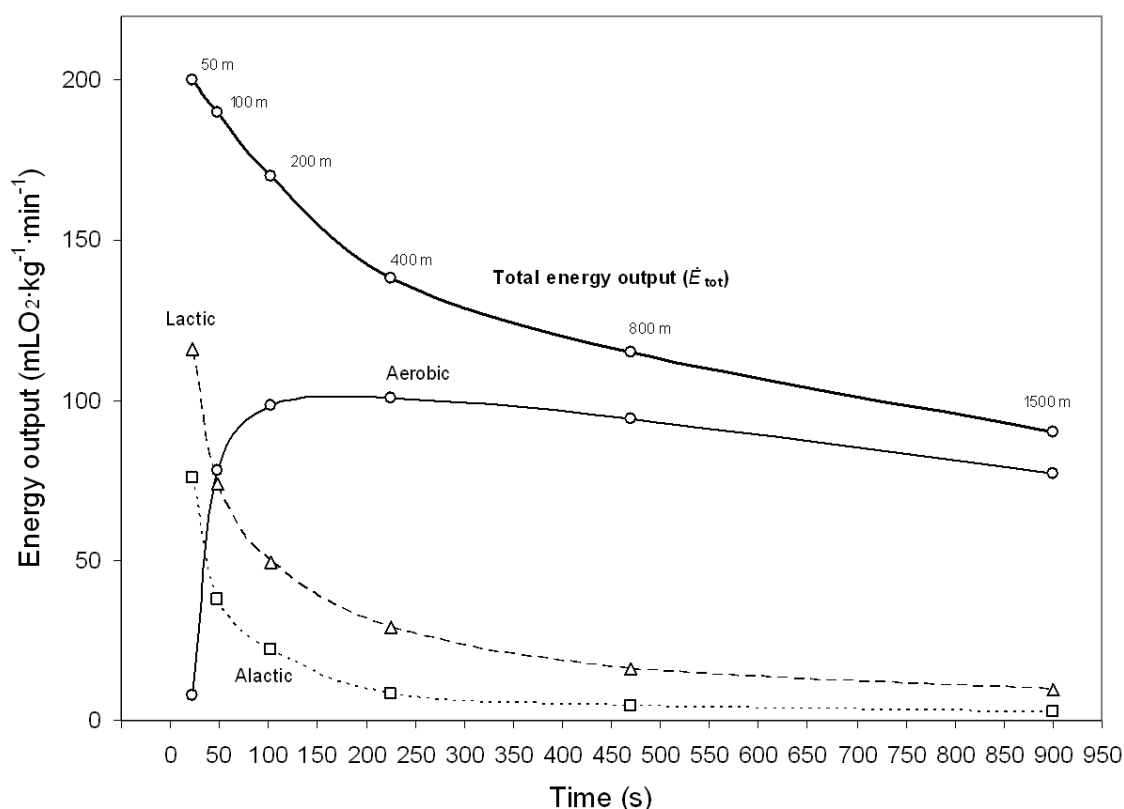


Figura 1. Energia total ($\dot{E}_{\text{tot}}$) produzida e partilhada pelos 3 sistemas de produção de energia, em nado maximal em função do tempo. Dados (expressos em $\text{mLO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), correspondente aos valores absolutos de provas de 50m aos 1500m em estilo livre, à velocidade de competição para nadadores masculinos de top, obtidos por simulação computadorizada (Retirado de Rodriguez & Mader, 2011).

Quadro 2. Estimativas da contribuição energética, anaeróbia e aeróbia, durante períodos de exercícios máximos (adaptado de Gastin, 2001).

Duração de exercício exaustivo (seg)	% contribuição Anaeróbia	% contribuição Aeróbia
0-10	94	6
0-15	88	12
0-20	82	18
0-30	73	27
0-45	63	37
0-60	55	45
0-75	49	51
0-90	44	56
0-120	37	63
0-180	27	73
0-240	21	79

Considerando que a taxa da cinética do VO_2 , no início do exercício, reflete o ajustamento no transporte de O_2 , bem como do metabolismo muscular (Xu & Rhodes, 1999), está consistentemente documentado que se atingem valores muito próximos do $\text{VO}_{2\text{max}}$ em exercícios de alta intensidade com a duração de pouquíssimos minutos. Após 30 a 60 segundos de exercício máximo, o VO_2 pode atingir valores superiores a 90% do máximo de um atleta (Gastin & Lawson, 1994; Kavanagh & Jacobs, 1988).

Através da simulação, utilizando a modelação matemática, foi quantificada a energia partilhada durante velocidades máximas em crol (dos 50 aos 1500m), em termos de participação de cada metabolismo energético – quadro 3.

O predomínio do processo anaeróbio em provas curtas (50m – 22s e 100m – 48s), conduz a uma progressiva predominância do sistema aeróbio em provas de média (200 e 400m) e longa (800 e 1500m) distâncias, em natação (Rodriguez & Mader; 2011).

No mesmo sentido, importa referir que as investigações dedicadas especificamente à avaliação do contributo energético em provas de atletismo de pista indicam que, numa prova de 800 metros (com duração média dos finalistas olímpicos em 2008 = 105 segundos), o contributo do sistema aeróbio situar-se-á entre os 55 e os 65% (Di Pranpero, Capelli, Pagliaro, Antonutto, Soule, et al, 1993; Hill, 1999; Spencer & Gastin, 2001). O facto de a média das marcas dos finalistas olímpicos dos 800 m em atletismo ser igual à média dos nadadores Top-10 nos 200m livres (105 segundos) para o ano de 2008 – quadro 3 – e de o contributo aeróbio, determinado, também ser coincidente – respetivamente, 55-65% e 58% – não pode ser tido

como simples coincidência, devendo ser considerado e aprofundado no processo de prescrição e controlo do treino.

Quadro 3. Sistemas energéticos partilhados durante provas de crol, em nadadores de top, obtidos por simulação computadorizada. Os valores encontram-se em % da energia total (Etot) despendida (adaptado de Rodriguez & Mader, 2011).

Distância (m)	Tempo (seg)*	Fosfagénio (%)	Glicolítico (%)	Aeróbio (%)
50	22.0	38	58	4
100	48.0	20	39	41
200	105.0	13	29	58
400	225.0	6	21	73
800	470.0	4	14	82
1500	890.0	3	11	86

* Tempos referentes a nadadores masculinos de top em crol (2008). Está assumido que a contribuição energética relativa é semelhante em femininos, para as mesmas distâncias.

Para Gatin (2001) o sistema anaeróbio tem a capacidade de responder de imediato às necessidades energéticas inerentes a um exercício de solicitação extrema da potência muscular. O sistema anaeróbio tem uma capacidade limitada de atuação e, uma vez esgotado, obrigará à interrupção do exercício ou à redução do nível de intensidade, passando o metabolismo aeróbio a sustentar a realização do exercício durante períodos de tempo mais extensos. O regime aeróbio responde de forma rápida (ver quadros 2 e 3) a necessidades energéticas de exercícios intensos, apesar da sua incapacidade de atuar nas fases iniciais do exercício.

A energia produzida aerobiamente, pela combustão de HC e gorduras é possível de ser quantificada através da relação existente entre o O₂ consumido, medido na boca, e o ATP produzido aerobiamente por todo o corpo (Astrand, 1981). Por cada litro de O₂ utilizado na cadeia respiratória (em condições tipificadas de temperatura, pressão e densidade) são produzidos, aproximadamente, 20 KJ. A determinação do Quociente Respiratório (QR) metabólico (relação entre o equivalente ventilatório (Ve) do CO₂ expirado e o VeVO₂ permite quantificar a energia produzida aerobiamente, através de HC e lípidos (Gatin, 2001).

Infelizmente, métodos que permitam quantificar a produção energética anaeróbia são menos precisos. Uma variedade de procedimentos tem vindo a ser aplicada nesse sentido, contudo, a produção anaeróbia de ATP é um processo intracelular, com reduzida fiabilidade a nível central, não existindo, ainda, nenhum método aceite universalmente, bem como um processo, para sua validação (Gatin, 2001).

Os métodos de biópsia muscular (Gastin, 2001) e a dívida de O₂ (Hermansen, 1969; Saltin, 1990) – diferença entre o aporte de oxigénio encontrado em fase de recuperação pós exercício e o recolhido em repouso – serão os mais adequados para determinar a energia produzida anaerobiamente durante exercícios intensos. Contudo, se à dissociação entre os valores de consumo de O₂, em recuperação, e os níveis de acumulação de lactato (assim como o seu destino), adicionarmos a influência de um número de fatores que alteram a respiração mitocondrial após o exercício, desaconselha-se a utilização da dívida de O₂ para como meio para estimar a energia produzida pela via anaeróbia (Gaesser & Brooks, 1984; Rieu, Duvallet, Scharapan, Thieulart & Ferry, 1988). Por sua vez a biópsia muscular é um método extremamente invasivo, existindo poucos atletas (e treinadores) disponíveis para aceitar este tipo de avaliação.

Porém, está provado que o conteúdo sanguíneo de lactato apresenta concentrações claramente inferiores às encontradas no músculo (Jacobs & Kaiser, 1982; Tesch, Daniels & Sharp, 1982). A verificação comum, que o pico máximo de lactato sanguíneo é encontrado em tempos distintos após a conclusão de exercícios intensos, aponta para um desequilíbrio entre o lactato muscular e sanguíneo (Gollnick, Bayly & Hodgson, 1986).

O processo glicolítico indutor da formação de lactato começa poucos segundos após o início de um exercício máximo o que torna quase impossível distinguir os componentes alácticos e lácticos. A questão é ainda mais complexa se adicionarmos o facto de o processo aeróbio contribuir significativamente no aporte energético, mesmo em exercícios máximos de duração aproximada de 30 segundos (Bogdanis, Nevill, Lakomy, Graham & Louis, 1996).

Podemos então afirmar que durante praticamente todas as atividades físicas a energia será disponibilizada por todas as vias energéticas (aláctica, láctica e aeróbia). Nos exercícios de intensidade máxima, verifica-se uma equidade da contribuição energética anaeróbia e aeróbia entre 1 e 2 minutos de esforço, sendo apontados os 75 segundos como o momento mais provável em que tal se verifique, o que será significativamente mais rápido do que tem sido tradicionalmente sugerido (Gastin, 2001; Rodriguez & Mader, 2011).

1.2. Adaptações ao Processo de Treino da Resistência

Existe um conjunto alargado de definições de resistência, das quais passamos a apresentar aquelas que melhor refletirão esta capacidade motora, no âmbito da NPD, até pela complementaridade existente entre elas:

- i. Resistência será a capacidade de suportar física e psicologicamente uma carga durante um período de tempo suficiente para o aparecimento de um estado de fadiga (perda de rendimento) insuperável (manifesta) resultante da intensidade e/ou duração dessa carga; sendo também a capacidade de recuperar rapidamente após o cumprimento de determinadas cargas (Zintl, 1991).
- ii. A Resistência implica a capacidade de realizar uma prestação a uma determinada intensidade sem a deterioração da eficiência mecânica, apesar da acumulação de fadiga (Alves, 1996).
- iii. A Resistência pode ser definida como a capacidade de manter uma dada velocidade durante o maior período de tempo possível; há que destacar a importância das melhorias nos parâmetros aeróbicos no aprimoramento dos resultados, assim como os métodos de treino adequados à concretização dessas melhorias (Jones & Carter, 2000).

As adaptações ao treino estão associadas às melhorias dos resultados desportivos, ao retardar do aparecimento do estado de fadiga, ou à melhoria da capacidade de produção de energia (Lambert & Borresen, 2010).

A prestação desportiva, em provas de resistência, está altamente dependente da ressíntese aeróbia do ATP, dependente da receção do O₂ atmosférico através da enzima citocromo oxidase – a ter lugar na mitocôndria através da cadeia de transporte de eletrões – e no fornecimento de combustíveis na forma de HC e lípidos (Holliday & Jeukendrup, 2012)

A capacidade cardiovascular (ou cardiorrespiratória) será a aptidão de transporte e utilização do O₂ durante exercícios prolongados e vigorosos, e reflete a eficiência de pulmões, coração, sistema vascular e sistema muscular (Jones & Carter, 2000).

Em termos clássicos, o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) será considerado como a máxima quantidade de O₂ que pode ser transportada e utilizada pela musculatura esquelética durante exercícios vigorosos, sendo o produto entre o débito cardíaco e a diferença arteriovenosa de O₂ (Warburton & Bredin, 2012). A potência aeróbia máxima é frequentemente considerada como o indicador chave das capacidades cardiovasculares com

importância determinante na capacidade atlética (Bentley, Roels, Hellard, Fauquet, Libicz & Millet, 2005).

Vários estudos encontraram valores de VO_{2max} extremamente elevados – 70-85 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ em atletas masculinos e 60-70 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ em femininos, especialistas em maratona, ciclismo e ski de fundo (Warburton & Bredin, 2012).

Basset e Howley (2000) estimaram que a realização de uma maratona em 2:15 pressuporá um VO_{2max} entre 70-75 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, cumpridos a um consumo médio de 60 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ – o equivalente a 80-85% do VO_{2max} . É, pois, sugerido que o tempo utilizado a intensidades correspondentes ao VO_{2max} , ou próximas deste, podem ser um importante indicador de adaptação a longo prazo no processo de treino aeróbio (Billat, 2001; Robinson Robinson, Huma & Hopkins, 1991).

O início retardado da acumulação de Lactato (La), como resultado de estímulos de treino, poderá veicular informação importante relativamente à eficácia dos exercícios aplicados. Após períodos treino da resistência, é habitual que os atletas tenham capacidade de cumprir uma carga definida, durante um período de tempo mais prolongado, antes de se verificar um incremento na acumulação de La (Myers & Ashley, 1997).

Uma redução do La sanguíneo para intensidades absolutas e relativas iguais, no processo de treino da resistência, podem resultar de uma redução na taxa de produção de La – como consequência de uma menor taxa de utilização do glicogénio muscular, devido ao aumento da velocidade inicial de utilização do O_2 (disponibilidade/utilização) (Favier, Constable, Chen & Holloszy, 1986; MacRae, Dennis, Bosch & Noakes, 1992), ou, a uma melhoria da capacidade de remoção do La por via sanguínea (Donovan & Pagliassoti, 1989; Bonen, Baker & Hatta, 1997).

O incremento da rede capilar do músculo esquelético, como consequência do treino da resistência tem, assim, um duplo benefício: a) aumenta o fluxo de sangue capilar no músculo, b) aumenta a área de trocas gasosas, substratos e metabolitos entre o sangue e o músculo (Jones & Carter, 2000).

O processo de adaptação ao treino da resistência provocará uma redução da atividade do sistema nervoso simpático que contribuirá para a redução da Frequência Cardíaca (FC) verificada em exercícios de igual intensidade em diferentes momentos (Spina, 1999).

Importa, no entanto, realçar que, durante o exercício, a FC pode variar como resultado do desvio cardiovascular. À medida que a duração do exercício aumenta, a FC a uma qualquer intensidade submáxima também aumenta gradualmente. Durante 2 horas de corrida a uma velocidade constante, a FC pode aumentar até 20 bpm do início até ao final desse exercício. A temperatura ambiente, sobretudo acima dos 25°C, também pode provocar um aumento da FC de 10-15 bpm (Lambert, 2012). Problemas de hidratação também podem motivar aumentos na FC, aliás, Montain e Coyle, (1992) demonstraram um aumento de 7 bpm por cada 1% de perda de massa corporal, por fluidos perdidos (sobretudo através da sudorese).

O treino da resistência provoca adaptações profundas nos sistemas cardiorrespiratório e neuromuscular através do aumento da disponibilidade de O₂ transportado da atmosfera para a mitocôndria, e de uma otimização do metabolismo muscular (Holliday & Jeukendrup, 2012; Jones & Carter, 2000). Decorrente do processo de treino da resistência, o sangue incrementa a capacidade para transportar mais O₂ devido ao aumento dos valores de hemoglobina sanguínea (Green, Jones & Painter, 1990). Estas adaptações provocam uma melhoria na prestação em tarefas de resistência que se manifesta no deslocamento para a direita da curva “lactato - velocidade”; este deslocamento possibilita aos atletas aumentar a quantidade de trabalho produzido para uma dada intensidade, ou para aumentar a intensidade num determinado volume (Jones & Carter, 2000).

No entanto, o esforço em NPD exige a solicitação dos três sistemas de produção de energia – anaeróbio alático, anaeróbio láctico e aeróbio. A participação relativa de cada sistema depende da duração de cada prova, partindo do princípio que toda a participação competitiva é cumprida à máxima intensidade (Maglischo, 2003; Olbrecht, 2000; Sweetenham & Atkinson, 2003) – quadros 1 e 3.

O processo de treino em NPD implica um conhecimento seguro dos processos de solicitação metabólica e das zonas de intensidade do treino mais adequadas a uma consistente adaptação. A definição e designação das diferentes zonas de intensidade (ou limites) do treino predominantemente aeróbio estão longe de ser consensuais, daí que nos mereçam uma apresentação criteriosa e uma definição terminológica devidamente selecionada e fundamentada.

A zona de intensidade denominada Limiar Láctico (LL), termo muito comum na literatura atual, corresponde à intensidade associada ao incremento inicial da taxa de acumulação de lactato, durante um teste progressivo (Costil, 1992; Svedahl & MacIntosh, 2003). Inicialmente Kindermann, Simon e Keul (1979), Faude, Kindermann e Meyer (2009) e Maglischo (1982, 1993 e 2003) tinham-no denominado como Limiar Aeróbio, na medida em que representa o limite superior de quase exclusividade da utilização do metabolismo aeróbio, durante exercícios que podem durar várias horas.

A explicação do conceito de LL não é unânime para vários investigadores: para uns é considerado como a intensidade que precede o primeiro incremento de acumulação de lactato, acima dos valores de repouso (Yoshida, Chida, Ichioka & Suda, 1987); outros sugerem que o LL tem lugar antes do aumento em $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ de acumulação de lactato (Thoden, MacDougall & Wilson; 1991), apesar desses valores poderem apresentar visíveis disparidades. Em comum, poderemos considera-lo como o momento de inflexão dos valores ventilatórios, ou de lactato, acima dos níveis de repouso (Bentley, Newell & Bishop, 2007).

O Limiar Anaeróbio (LAn) é entendido como a mais elevada taxa de concentração de lactato sanguíneo que pode ser mantida em equilíbrio metabólico, durante um exercício prolongado realizado pela globalidade corporal (Baldari & Guidetti, 2000; Maglischo, 2003; Stegmann, Kindermann & Schnabel, 1981; Svedahl & MacIntosh, 2003). Este conceito tem sido alvo de críticas assentes numa terminologia que não se encontrará correta, na medida em que: i) os músculos nunca funcionam de um modo exclusivamente anaeróbio, ii) o limiar nem sempre é fácil de determinar com precisão (Myers & Ashley, 1997).

O LAn é também definido como uma intensidade de treino, uma velocidade ou uma fração do $\text{VO}_{2\text{max}}$, para um nível de lactato sanguíneo definido ou estado estacionário máximo de lactato (EEML).

O EEML corresponde à intensidade máxima em que o lactato sanguíneo se mantém estável ou aumenta residualmente ($<1.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) num período entre os 10 e os 30 minutos de exercício a intensidade constante (Baron, Noakes, Dekerle, Moullan, Robin, Matran & Pelayo, 2008; Billat et al., 2003; Czuba, Zajac, Cholewa, Poprzęcki, Waśkiewicz & Mikołajec, 2009) que se encontra ilustrado na figura 2, sendo aceite como uma importante mensuração da capacidade aeróbia (Bilat, 1996), e marcante na prescrição de programas de treino (Czuba et al., 2009).

A determinação exata do EEML implica a realização de 4 ou 5 repetições de tarefas com duração mínima de 30 min, realizadas a intensidades entre os 50 e os 90% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ (Londeree & Ames, 1975; Lafontaine, Londeree e Spath, 1980; Urhausen, Coen, Weiler & Kindermann, 1993).

Importa referir que o EEML apresenta um estado de equilíbrio (*steady state*) fisiológico relativamente a: aporte de O₂, saída de CO₂, taxa de trocas respiratórias e concentração de bicarbonato; contudo, a FR, a FC, o pH e a amónia sofrem alterações significativas entre os 10 e os 30 minutos de um teste realizado às intensidades referidas (Baron, Dekerle, Robin, Neviere, Dupont, Matran, Pelayo et al., 2003; Baron et al., 2008). Também no que respeita à relação ácido-base não se verificará uma situação de equilíbrio num exercício de intensidade correspondente ao EEML, apesar da acidose não ser muito severa (Baron et al., 2003).

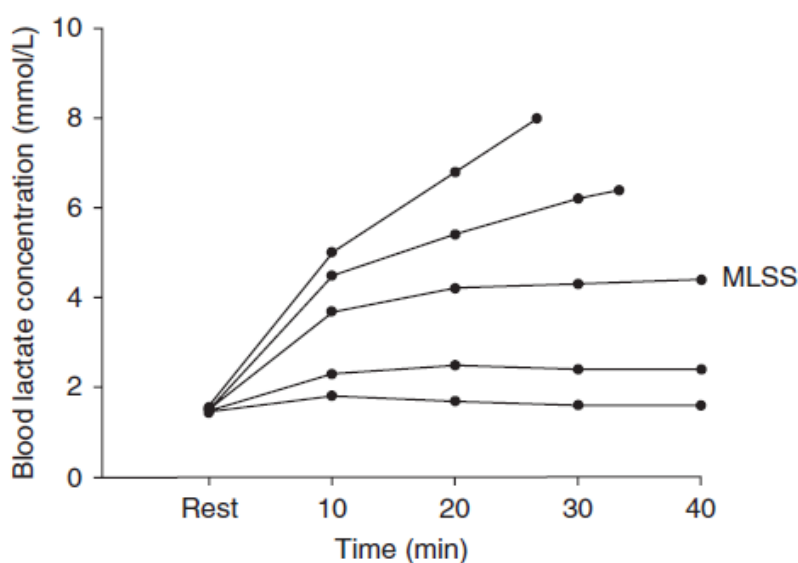


Figura 2. Resposta do lactato sanguíneo a exercícios de carga constante, realizados a intensidades diferentes. MLSS = EEML (Retirado de Faude et al., 2009).

O D-max vem sendo utilizado para determinação de zonas de treino aeróbio e é definido como o ponto da curva de regressão (ventilatória ou de lactato) que se encontra mais distante da reta desenhada entre os dois pontos distais dessa curva (Cheng, Kuipers, Snyder, Keizer, Jeukendrup & Hesselink, 1992) – figura 3 –, sendo muitas vezes associado ao LAn ou ao EEML (Czuba et al, 2009), porém, outros associam-no ao LL (Hellard, Dekerle, Nesi, Toussaint, Houel & Hausswirth, 2010; Keskinen, Keskinen e Poyhonen, 2010).

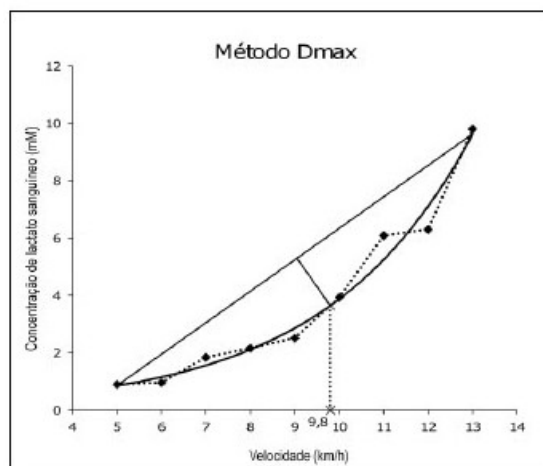


Figura 3. Ilustração do Método D-max, com dados fictícios.

Existem outros termos associados ao LAn como o “Onset Blood Lactate Accumulation” (OBLA), que poderemos traduzir como o Início do Incremento de Acumulação de Lactato (IAL) e que corresponde à intensidade correspondente a uma acumulação de lactato de $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, obtida num teste incremental (Sjödín & Jacobs 1981). Contudo, a referência dos $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ pode não corresponder ao EEML para todos os indivíduos, onde já foram encontradas variações entre os 2 e os $10 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, e os $2,6$ e os $7,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (Espada & Alves, 2010).

O LAn Individual (LAnI) é outro conceito associado ao LAn, introduzido por Stegman et al. (1981), que recorre aos valores de lactatemia durante a recuperação para sua determinação. O LAnI será alcançado quando o nível máximo da taxa metabólica de eliminação de lactato, durante um exercício prolongado, iguala o nível máximo da taxa de difusão do lactato para o sangue (Stegmann et al, 1981) – representado graficamente na figura 4 –, por outras palavras, LAnI será a taxa mais elevada de concentração metabólica de lactato que consegue ser mantida num exercício prolongado em velocidade constante (Baldari & Guidetti, 2000).

O LAnI é quase coincidente com o conceito de EEML. Existirá uma relação entre o EEML e o LAnI em todas as modalidades de resistência, tendo sido determinada que a velocidade média da prova da Maratona se encontra imediatamente abaixo da velocidade correspondente ao EEML (Bilat, et al., 2003). Contudo, também neste caso, os valores de LAnI e do EEML não se mostram idênticos em todos os indivíduos (Beneke, 1995; Urhausen et al, 1993, citados por Svedahl e MacIntosh, 2003). Importa alertar para o facto de EEML estar dependente da especificidade de cada modalidade de resistência, nomeadamente em função da quantidade de massa muscular solicitada (Beneke & von Duvillard, 1996).

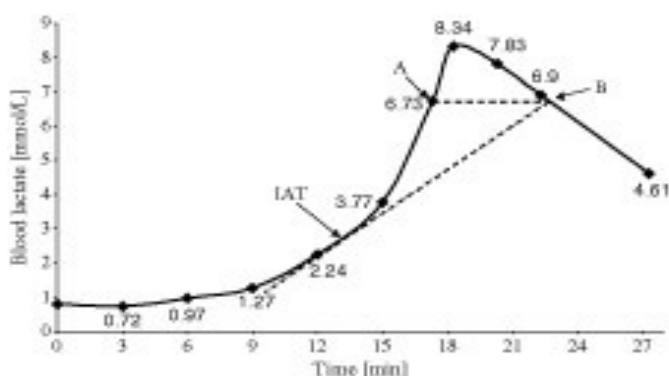


Figura 4. Ilustração da determinação do LAnI com dados fictícios.

No treino da resistência existe uma terminologia díspar no que respeita às zonas de intensidade submáxima (Azevedo, Garcia, Duarte, Rissato, Carrara & Marson, 2009; Faude et al, 2009). Assim, passaremos sempre a identifica-las como: a) LL – sempre que nos estivermos a referir a uma alteração inicial da acumulação de lactato; b) LAn – aquando de um segundo incremento ou estabilização máxima da acumulação de lactato, e de uma segunda inflexão da curva de consumo de O_2 – 2º Limiar Ventilatório (LV_2) – mediante uma interpretação relativa aos dados apresentados por cada autor.

Pyne, Lee e Swanwick (2001) assumem o LL como um dado importante do nível de resistência sub-máximo e cujo desenvolvimento provocará adaptações no músculo esquelético.

A capacidade respiratória do músculo está altamente relacionada com o LL, onde as adaptações enzimáticas permitirão ao atleta desempenhos por períodos prolongados, a uma alta percentagem do VO_{2max} (Ivy, Withers, Van Handel, Elger & Costill, 1980; Weston, Karamizrak, Smith, Noakes & Myburgh, 1999). É possível que um maior complemento de enzimas oxidativas nas fibras musculares do tipo I, possa atrasar o momento em que as fibras do tipo II são recrutadas durante o exercício. Um aumento do potencial oxidativo das fibras tipo II poderá reduzir a sua intervenção na glicólise anaeróbia para a produção de ATP (Moritani, Takaishi & Matsumoto, 1993).

Mais recentemente, Egan e Zierath (2013) afirmam que uma adaptação ao treino, a longo prazo, é resultado dos efeitos cumulativos provocados por cada exercício agudo, que criam um novo limiar funcional. Os mesmos autores, defendem ainda que o treino provoca alterações a nível da proteína muscular ou nas funções enzimáticas, modificando as respostas metabólicas ao exercício, de que resulta uma melhoria da prestação do exercício – como o tempo de vida das proteínas é, normalmente, muito superior ao da mRNA, as alterações a nível proteico são mais rapidamente observadas, que as alterações na ‘*transcript expression*’ na resposta ao treino, em oposição ao exercício agudo.

Assim, o treino de resistência provocará uma hipertrofia seletiva das fibras musculares tipo I e será também possível a ocorrência de transformações de fibras musculares de tipo IIb para IIa (Andersen & Henriksson, 1977; Spina, Chi, Hopkins, Nemeth, Lowry & Holloszy, 1996,) e mesmo de IIa para I (Sale, MacDougall & Garner, 1990; Simoneau, Lortie, Boulay, Marcotte,& Bouchard, 1985).

Importa, contudo, identificar os tipos de fibras musculares, de acordo com terminologias mais atuais, onde a subclassificação de fibras IIa e IIb é utilizada em roedores, enquanto nos humanos impera a subclassificação IIa e IIx. Assim, as fibras tipo I são tipicamente vermelhas na aparência, as fibras IIx e IIb têm uma cor branca, enquanto as IIa apresentam uma tonalidade intermédia (Egan & Zierath, 2013).

O LL, assim como alterações significativas nas trocas gasosas – Limiar Ventilatório (LV) – são poderosos preditores de resultados em competições de resistência. Cargas superiores ao LL estão associadas a uma rápida acumulação de fadiga, resultante dos efeitos metabólicos da acidose na função contrátil, ou da aceleração do processo de depleção do glicogénio muscular (Jones & Carter, 2000).

Existem evidências que, durante programas de treino de longa duração, o VO_{2max} estabilizará, logo as melhorias dos resultados desportivos resultarão da alteração de fatores submáximos como a economia do exercício e a intensidade a que ocorre o LL (Pierce, Weltman, Seip & Snead, 1990; Rusko, 1992; Jones, 1998).

Merece ser referido que os LL/LV se encontrarão a 50 a 80% do VO_{2max} , mesmo em atletas altamente treinados, o que corresponde a intensidades inferiores aquelas em que se cumprem a maioria das competições de resistência. O LAn terá, assim, uma maior importância para o sucesso nessas competições (Billat et al, 2003; Jones & Carter, 2000). Dado que a intensidade do exercício, em competições inferiores a 1 hora, parece corresponder ao LV₂, a duração e a intensidade de uma prova devem ser antecipadamente consideradas, para uma prescrição baseada em valores - como por exemplo, a FC ou o ritmo de prova - que simulem uma intensidade competitiva específica, que se aproximará do LAn; a utilização da FC, baseada nos valores de um teste incremental, pode ser um importante indicador fisiológico em esforços submáximos desta natureza (Bentley et al., 2007).

Um estudo laboratorial demonstrou que 6 semanas de treino de resistência em corrida provocaram um significativo aumento da velocidade correspondente ao EEML, bem como uma redução significativa da componente lenta do VO_2 (de 321 para 217 ml/min, de média) para a mesma velocidade de corrida em passadeira. Ainda a este respeito, realça-se a sugestão que a contribuição relativa da componente lenta de VO_2 , para a necessidade absoluta de VO_2 em exercícios pesados, está negativamente relacionada com estado de forma aeróbio (traduzido no VO_{2max}) e/ou na quantidade de fibras musculares tipo I envolvidas (Jones & Carter, 2000).

O LAn sanguíneo, expresso como uma fração do VO_{2max} , é coincidente em atletas de elite de longas distâncias sendo independente da especificidade de cada modalidade. Pelo contrário, o LAn sanguíneo referido como uma fração da velocidade relacionada ao VO_{2max} , depende da relação entre VO_2 e velocidade, onde, no caso da natação, o LAn sanguíneo se encontra muito próximo de uma velocidade associada ao VO_{2max} (Bilat, 1996).

1.3. Avaliação, Controlo e Prescrição do Treino da Resistência

Nas modalidades cíclicas, como a NPD, a carga externa pode ser caracterizada por: a) volume, b) intensidade e c) frequência, o que facilita o controlo das tarefas realizadas (Barroso, Salgueiro, Carmo & Nakamura, 2015). No entanto, as características individuais de cada atleta, como o nível de treino e o potencial genético, podem condicionar decisivamente o impacto no organismo dos atletas - carga interna (Impellizzeri, Marcora, Rampinini, Magnoni & Sassi, 2005; Milanez, Pedro, Moreira, Boullosa, Salle-Neto & Nakamura, 2011). Em função deste paradigma, a carga interna resulta da interação entre a carga externa e as características individuais de cada atleta (Barroso et al., 2015; Gomes-Pereira, 1992).

O processo de prescrição do exercício por parte dos treinadores continua a ser maioritariamente realizado em função da intuição e dos parâmetros da carga externa – distância percorrida ou tempo de duração da sessão –, quando seria preferível que fosse determinado em função da repercussão fisiológica – carga interna (Lambert & Borresen, 2010).

Contudo, o aumento do conhecimento dos processos adaptativos do treino da resistência, vem permitindo um desenvolvimento de métodos de treino cada vez mais eficientes, otimizando os resultados desportivos consequentes (Holliday & Jeukendrup, 2012).

A implementação de testes para avaliação sistemática do treino facilita a análise de todo o processo de treino e correspondentes alterações do estado de forma, bem como dos resultados desportivos (Smith, Norris & Hogg, 2002). As variações da carga interna do treino durante períodos e ciclos da periodização, desempenham um papel importante no sucesso do processo de treino (Issurin, 2008). Consequentemente, treinadores e atletas planeiam antecipada e deliberadamente as referidas variações, de modo a obterem novas adaptações com o objetivo de proporcionar melhores resultados desportivos (Eston, 2012; Nakamura, Moreira & Aoki, 2010).

O processo de planeamento e prescrição do treino deverá permitir detetar eventuais adaptações fisiológicas e suas relações com os resultados desportivos. Mas, mais importante que determinar os valores médios de referência, será conhecer as variações dos dados intra individuais (fisiológicos e desportivos), decorrentes do processo de treino, que serão de extrema importância para treinadores e investigadores (Anderson, Hopkins, Roberts & Pyne, 2006).

Em situação laboratorial, quer o VO_2 , quer a lactatemia fornecem interessantes informações quanto à carga interna de treino; contudo, se várias circunstâncias (cargas anteriormente aplicadas, temperatura, lesões recentes, etc.) não estiverem devidamente controladas, os resultados encontrados podem ser incorretamente interpretados (Lambert, 2012).

Em atletas de alto rendimento as diferenças entre fases de treino são extremamente reduzidas o que torna difícil detetar alterações em alguns marcadores fisiológicos, sobretudo quando as medições acarretam uma considerável margem de erro (Lambert, 2012).

No mesmo sentido, apontaram os dados de um estudo de Pyne, Trewin e Hopkins (2004) que analisaram a evolução dos resultados desportivos de nadadores olímpicos Norte Americanos e Australianos entre os anos de 1999 (pré-Olímpico) e 2000 (Jogos Olímpicos) – melhorias não significativas de 1.1% para os Norte Americanos e de 1.3% para os Australianos.

Também no estudo de Hellard, Avalos, Millet, Lacoste, Barale e Chatard (2005), com nadadores de elite, num período de 4 ± 2 anos: as melhorias da prestação cifraram-se em 0.67% – mínimo de 0.27% e máximo de 1.56% – na melhor prova de cada nadador.

Tão diminutos incrementos na performance, comparados com a elevada quantidade de treino realizado, justifica o investimento na investigação do processo evolutivo do treino, para dar respostas às necessidades de treinadores e atletas.

Os testes mais fáceis para atletas de elite são, normalmente, aqueles que podem ser operacionalizados em situação de treino (Anderson et al., 2006). Esta situação aplica-se, particularmente, na natação, onde as avaliações não são fáceis de replicar em situação laboratorial (Costil, Maglischo e Richardson, 1992).

Várias variáveis fisiológicas obtidas em esforço máximo e submáximo, têm potencial para ser utilizadas para prescrever tarefas de resistência ou monitorizar os efeitos do processo de treino. Neste âmbito teremos de considerar sobretudo, o VO_2 , a lactatemia e a FC (Bentley et al., 2007).

1.3.1. O Consumo de Oxigénio

O consumo de O_2 é um marcador da taxa metabólica e está proporcionalmente relacionado com a intensidade do treino. Se por um lado a sua medição é de fácil recolha em laboratório, em situação de treino torna-se bem mais difícil, mesmo nos casos em que se utilizam analisadores de gases portáteis. Assim, não será o método mais prático de quantificar a intensidade do exercício em treino ou em competição (Eston, 2012; Lambert & Borresen, 2010; Lambert, 2012; Nakamura, et al., 2010).

O conhecimento dos valores correspondentes ao VO_{2max} não distingue, necessariamente, os resultados desportivos em provas de resistência (Basset & Howley, 2000). Adicionalmente, a sua utilização para prescrição do exercício é muito limitada, sendo rara a monitorização do treino através da avaliação do VO_2 . Acrescente-se o facto de, em atletas treinados, não se verificarem alterações substanciais do VO_{2max} , ao longo do processo de treino (Lucia, Hoyos, Perez & Chicharro, 2000; Weston, Myburgh, Lindsay, Denis, Noakes & Hawley, 1996). Por sua vez, vários estudos comprovaram que parâmetros submáximos como o LL e os Limiar Ventilatórios (LV_1 e LV_2) permitem distinguir claramente atletas de resistência com valores similares de VO_{2max} (McLellan, 1985; Simon, Young, Blood, Segal, Case & Gutin, 1986).

A utilização do VO_{2max} na prescrição do treino apresenta algumas limitações, visto que os atletas raramente monitorizam a intensidade da carga de treino utilizando dados do consumo de oxigénio (Bentley, et al. 2007). Em oposição, os testes de lactato sanguíneo padronizados são utilizados com sucesso na monitorização do treino e na predição de resultados (Dotan, 2012; Keskinen, et al. 2010; Maglischo, 2003; Pyne, et al., 2000), embora esta predição não esteja isenta de polémica, dada a elevada variabilidade e dependência dos parâmetros fisiológicos.

1.3.2. O Lactato Sanguíneo

O La sanguíneo está frequentemente associado à quantificação metabólica do exercício, e é de mais fácil operacionalização que o VO_2 . As concentrações de La sanguíneo podem ser interpretadas de acordo com os seguintes critérios (Swart & Jennings, 2004):

- As concentrações de lactato sanguíneo aumentam, de modo previsível e repetível, à medida que a intensidade progride.
- Num exercício submáximo controlado, as concentrações de lactato diminuem à medida que a condição desportiva melhora.
- Treinar à velocidade correspondente ao LL, provoca enormes melhorias no estado de forma dos atletas (Seiller & Kjerland 2006).

O nível de concentração de lactato permite conhecer o impacto da carga a nível muscular, sendo o lactato o instrumento que reflete, de um modo mais exato, a intensidade do treino (Olbrecht, 2000).

Relações entre níveis de lactatemia e velocidades vêm sendo largamente utilizadas como um modo de monitorizar o estado de treino de nadadores, através da identificação da velocidade correspondente a uma lactatemia definida ou ao LAn.

O controlo da lactatemia vem-se assumindo como um importante método de aferição do processo de treino (Pyne et al., 2000). A acumulação de lactato aumenta em função da taxa metabólica de trabalho, na medida em que o ácido láctico é um produto da glicogenólise e da glicólise (Billat et al., 2003).

São vários os protocolos criados para o controlo e análise dos valores de La, sendo de realçar o protocolo de 7x200m de Pyne et al. (2000), amplamente utilizado no âmbito da natação – com descrição pormenorizada no capítulo da Metodologia.

Recentemente foi sugerida a simplificação deste protocolo propondo em alternativa 5x200m (Tanner, 2013).

O LL Reversivo apresentado por Dotan (2012) é um método recente de determinação do LL, apresentando particularidades distintas dos demais, dado que tem início com uma carga de intensidade máxima, havendo ainda necessidade de novos estudos que confirmem a sua utilidade.

1.3.3. A Frequência Cardíaca

A FC é frequentemente associada ao aporte metabólico, como revelador da intensidade da carga (Chatard, 2003; Pyne et al., 2000). Vários estudos com corredores, nadadores, ciclistas e remadores, apontam para uma relação entre o LAnI e a deflexão dos valores de FC; contudo, tal não poderá ser considerado como um comportamento inquestionável, na medida em que não obteve comprovação noutros estudos (Francis et al., 1989 e Kuipers et al., 1988; citados por Billat, 1996).

No entanto, a FC continua a ser um importante método de controlo da carga, para muitos treinadores (Sweetenham & Atkinson, 2003), apesar dos aspectos que impõem alguma variabilidade diária da FC apresentando uma variação entre 6% (Lambert, Mbamba & Gibson, 1998) e 6,5% (Bagger, Petersen & Petersen, 2003), para a mesma intensidade. Esta variação pode ser resultado de: i) estado de treino; ii) condições ambientais; iii) níveis de hidratação; iv) medicação; v) diferentes horários de treino (Achten & Jeukendrup, 2003; Olbrecht, 2000; Robinson, et al. 1991).

A intensidades submáximas a FC apresenta uma relação quase linear com o VO_2 e, deste modo, pode ser utilizada para estimar a intensidade do exercício; convém, no entanto, referir que esta relação entre FC e VO_2 apresenta diferenças inter individuais, sendo necessário tipificar essa relação para cada atleta (Achten & Jeukendrup, 2003).

Apesar da determinação da FC absoluta ser comumente utilizada, a FC relativa poder-nos-á fornecer melhor informação, possibilitando-nos detetar e interpretar as eventuais diferenças existentes intra e inter indivíduos, em função da(s) resposta(s) a exercícios diferenciados (Borresen & Lambert, 2009) – entende-se como FC relativa, o valor percentual relativamente à FCmax desse indivíduo.

Ao longo de um exercício em ciclo ergómetro, os valores de FC, em várias intensidades de esforço, tenderam a aumentar gradualmente, tendo o mesmo acontecido, em séries intervaladas, no final de cada intervalo de exercício (Dekerle, Baron, Dupont, Garcin, Vanvelcenaher & Pelayo, 2003a). Laursen, Blanchard e Jenkins (2002) verificaram o oposto num estudo com ciclistas onde, numa tarefa de 20x1min com uma pausa de 1 min, viram os valores da FC baixar significativamente, durante a recuperação, após a 7ª repetição; estas melhorias a nível cardiovascular parecem refletir uma maior intervenção da função parassimpática, bem como uma aceleração no processo remoção dos metabolitos (lactato e catecolaminas) (Buchheit, Laursen & Ahmaidi, 2007). Assim, a recolha dos valores de FC durante as pausas de uma sessão pesada de treino intervalado, pode constituir um importante método de controlo (Lambert & Borresen, 2010).

Num estudo, com nadadores de alto nível, realizado por Anderson et al. (2006), determinou que a FC se manteve estável, para um valor fixo de lactatemia – as alterações da FC para um valor de $4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ de lactato, em cada época e em vários anos, foram inferiores ao erro típico de medida encontrados noutros estudos (Billat, 1996; Foster, Fitzgerald & Spatz, 1999; Lucia et al., 2000; Maglischo, Maglischo & Bishop, 1982) – contudo, alguns nadadores apresentaram alterações substanciais ($\pm 3.5\%$).

O Training Impulse (TRIMP) foi outro modelo de controlo do treino criado por Banister e colaboradores (citado por Banister, 1991), que visava quantificar a intensidade da carga por sessão de treino. No TRIMP, era utilizada a resposta cardíaca ao exercício como um indicador da intensidade (carga interna), e a duração do mesmo como a carga externa. Este método utilizava a média da FC de uma dada sessão, o que obrigava a uma constante monitorização da FC. Trata-se de um método com várias limitações: a) foi criado a pensar num treino contínuo, muito mais que num treino com intervalos e intensidades variados; b) Acima do LAn, o comportamento da FC não é linear, sendo impossível definir com exatidão as respostas

fisiológicas correspondentes. Deste modo, a sua utilização é frequentemente questionada (Lambert, 2012).

1.3.4. Potência e Velocidade Críticas

A Potência Crítica (PT) e a Velocidade Crítica (VC) são métodos de determinação da carga, não invasivos, e diretamente relacionados, mas nem sempre aproximados, do EEML. A PC e VC são matematicamente definidas como as intensidades que teoricamente poderão ser indefinidamente mantidas até à exaustão (Dekerle, Pelayo, Clipet, Depretz, Lefevre & Sidney, 2005).

Para Hill (1993), o conceito de PC/VC resulta da existência de uma relação hiperbólica entre a carga a uma determinada intensidade e o tempo em que a mesma é sustentada, onde os valores extremos tendem a ser infinitos, o que na prática não se verifica. Particularmente no nado e na corrida, a VC pode ser definida com base numa regressão linear entre a distância percorrida e o tempo despendido, correspondendo à inclinação da reta de regressão (Billat, Koralsztein & Morton, 1999; Wakayoshi, Yoshida, Udo, Harada & Morritani, 1993). Poder-se-á, contudo, verificar um erro nesta relação linear, associado a cargas demasiado curtas ou excessivamente longas, sugerindo-se a utilização de cargas com tempos entre 2 e 10 minutos (Hill, 1993), ou entre os 2 e 12 minutos (Smith & Jones, 2001).

Di Prampero, Dekerle, Capelli e Zamparo (2008) advertem para o facto da relação distância (d) vs tempo (t) dever ser utilizada com precaução na avaliação de resultados em nadadores; este alerta resulta do facto de a distância anaeróbia aumentar sete vezes, comparativamente com o cálculo da interceção de y na relação de d vs t, concluindo que o declive da curva d-t pode não representar a VC. Contudo, as distâncias percorridas pelos nadadores, neste estudo, foram relativamente curtas: 45,7m, 91,4m e 182,9m, o que poderá explicar este facto.

Dekerle, Sidney, Hespel e Pelayo (2002) apontam para a determinação da VC com base em distâncias iguais e superiores a 200 metros, de modo a que os tempos de exaustão sejam obtidos após os 2 minutos. Neste estudo, considerou-se que a VC determinada através de distâncias de 200 e 400m, corresponderá a uma velocidade 3.2% superior ao EEML, podendo ser utilizada para o cálculo da prescrição desta intensidade de treino.

Posteriormente foram encontradas evidências algo diferentes pois, apesar da VC estar fortemente correlacionada com o EEML, a inclinação e os limites de concordância para comparações entre estas duas variáveis, sugerem que VC e EEML são diferentes e não estarão necessariamente interrelacionados (Dekerle et al., 2005). Esta conclusão vem comprovar um estudo anterior de Dekerle, Baron, Dupont, Vanvelcenaher e Pelayo (2003b), onde os valores da PC e do LV_2 foram superiores em $\approx 10\%$ da intensidade encontrada para o EEML, em cicloergómetro, não representando a taxa máxima de trabalho que consegue ser mantida durante um longo período de tempo, concomitante com a ausência de uma sucessiva acumulação de La.

Assim, Toubekis, Tsami e Tokmakidis (2006) e Greco e Denadai (2005) consideram que a VC será uma intensidade válida para o desenvolvimento da resistência aeróbia. Contudo, informação adicional é necessária para identificar respostas metabólicas à VC, determinada com base em diferentes distâncias base (Toubekis et al., 2006). No mesmo sentido apontam os resultados de um estudo de Greco, Bianco, Gomide e Denadai (2002), realizado com jovens nadadores, onde no grupo 13-15 anos as velocidades correspondentes a VC, T-30 e $V4_{\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}}$ não apresentavam diferenças; já no grupo 10-12 anos, os valores das velocidades correspondentes a VC e T-30 foram significativamente inferiores aos de $V4_{\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}}$, respetivamente 0.89, 0.90 e 0.97 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Balikian, Neiva e Denadai (1998) num estudo com nadadores juniores de seleção nacional propuseram um método não invasivo para definir uma intensidade correspondente ao EEML, baseado numa equação regressiva (ER), onde:

$$V4ER (\text{m}\cdot\text{min}^{-1}) = V200_{\text{max}} (\text{m}\cdot\text{min}^{-1}) \cdot 0,9 + 1,96 \quad (4)$$

contudo, não se conhecem posteriores desenvolvimentos deste processo de avaliação/prescrição.

1.3.5. A Perceção do Esforço

As escalas de Perceção do Esforço (PE) são um importante complemento às mensurações fisiológicas. A “Rate of Perceived Exertion (RPE) é um método que objetiva um controlo interno e externo da carga, através da atribuição de um valor “subjetivo” que representará a dificuldade, sentida por parte do sujeito, num dado exercício ou sessão de treino. Desde a sua criação que a RPE vem sendo particularmente utilizada no diagnóstico e

no controlo do exercício em ambiente clínico em doentes com problemas cardíacos e/ou respiratórios (Borg, 1990).

Presentemente, e no âmbito da avaliação e controlo do treino, vem-se utilizando frequentemente a “Category Ratio Scale” com níveis de 0 a 10 (CR-10), representada no quadro 5, embora tal não fosse a ideia inicialmente adiantada por Borg (1982), que sugeria a sua utilização em situações de âmbito patológico como a dor ou as patologias respiratórias. No entanto, vem-se revelando como um método validado, económico e fiável, no controlo da carga de treino em exercícios realizados a velocidade constante (Herman, Foster, Maher, Mikat & Porcari, 2006), particularmente em atividades como a NPD e a corrida (Dekerle, et al., 2003a). Também no controlo do treino nas modalidades coletivas – com tarefas caracterizadas por curta duração e alta intensidade treino com intervalos – e no treino de força, a PE apresenta um rigor aceitável (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi & Marcora, 2004; Sweet, Foster, McGuigan & Brice, 2004).

Quadro 4. Adaptação Category Ratio (CR-10) de Borg (1982).

0,5	Muitíssimo fácil
1	Muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Moderadamente difícil
5	Difícil
6	Difícil
7	Muito difícil
8	Muito difícil
9	Muitíssimo difícil
10	Máximo – extenuante

Independentemente da escala utilizada, vários autores encontraram correlações entre os níveis de acumulação de lactato e os valores de RPE, em testes incrementais máximos (Noble, Borg, Jacobs, Ceci & Kaiser, 1982; Skinner, Hutsler, Bergsteinova & Buskirk, 1973). Tal foi confirmado noutros estudos onde se verificou uma elevada correlação entre o valor do lactato sanguíneo e o nível de CR-10 (Borg & Borg, 2001; Dekerle, et al., 2003a), sendo também comprovado o potencial prescritivo da RPE, para a intensidade e duração do exercício (Garcin & Billat, 2001).

Berglund & Safstrom (1994) utilizaram uma escala de registo da PE – a Rating of Weekly Training Load (RTL), escala numérica entre 2 (fácil) a 14 (difícil) – com o objetivo de monitorizar os efeitos psicológicos da carga semanal de treino durante os 3 meses que precederam a participação de canoístas nos Jogos Olímpicos. Os valores médios, nos quatro momentos de colheita foram de 9.4, 9.4, 11.6 e 7.3, onde o valor mais elevado coincidiu com um período de treino pesado, e o valor mais baixo foi recolhido 1 semana antes da participação olímpica.

Seiler e Kjerland (2006), num estudo com esquiadores de fundo, no âmbito do controlo das intensidades da carga, verificou existir uma relação entre os valores da FC e da PE (escala de 0-10 de Foster, Daines, Hector & Snyder, 1996) de 92%, não existindo diferenças na distribuição da intensidade da carga de treino quando se compararam os valores de FC objetivados (e cumpridos) e os valores de PE recolhidos.

Como já foi referido anteriormente, a grande maioria dos programas de treino são prescritos através da utilização de dados externos da carga de treino – exemplo: 10x100m em 1'05" a cada 1'40". Contudo, as adaptações fisiológicas aos estímulos de treino são consequência da resposta individual às cargas de treino de treino internas – exemplo: 10x100m a 90% da FC_{max} , a cada 1'40", onde a determinação da PE (através da CR-10) pode desempenhar um papel importante no controlo do treino, também pela sua validade ecológica (Wallace, Coutts, Bell, Simpson & Slattery, 2008).

Num estudo de Foster, Florhaug, Franklin, Gottschall, ... e Dodge (2001), onde foram avaliadas situações cíclicas e acíclicas na escala Cr-10, e onde a carga foi monitorizada diariamente, também em função da duração de cada sessão, concluem que: a PE, como método subjetivo de estimar a carga de treino em modalidades acíclicas – onde também foi incluído o treino intervalado de alta intensidade e as modalidades coletivas – é garante de fiabilidade na monitorização de sessões de treino.

Seiler e Tonnessen (2009) assumem que atletas de alto rendimento, com grande sucesso, têm uma elevada capacidade de perceber as cargas de treino, utilizando-as como um feedback fundamental – para os próprios e respetivos treinadores – na maximização do processo de treino e minimizando os riscos inerentes a esse processo, tais como: doenças, lesões, estagnação ou sobretreino.

Num estudo de Rama, Borges, Cartaxo & Teixeira (2008), com uma amostra de nadadores de nível nacional e regional – 16.6 (1.8) anos – realçam-se as seguintes conclusões: i) “Parece evidente a tendência para uma valoração superior da PE, nos indivíduos com maior exposição à carga de treino e valores de perceção média superior nos atletas que cumpriram maior carga de treino”; ii) ambas as escalas (CR-10 e RPE) possuem

potencialidades para a valoração subjetiva da carga de treino acumulada e dada a correlação significativa do valor do esforço percecionado através das duas escalas e as componentes principais da carga de treino”.

Toubekis, Drosou,ourgoulis, Thomaidis, Douda e Tokmakidis (2013) consideram que os jovens nadadores – 14.2 (1.3) anos – conseguem facilmente exprimir a seu nível de PE utilizando a CR-10, após as sessões de treino, e que essa informação deve ser efetivamente utilizada pelos treinadores, particularmente no *Taper*, de modo a modelar as alterações da carga de treino para os dias subsequentes.

Assim, a diferença de valores de PE entre nadadores e treinadores, poderá ter implicações negativas no processo de treino, quando não controlados (Lambert & Borresen, 2010). Um controlo insuficiente das variáveis de treino pode colocar os nadadores em iminente risco de sobretreino (Wallace et al., 2008).

A aplicação do PE na natação, permitirá aos treinadores monitorizar as adaptações individuais ao processo de treino, verificando, em tempo útil, as estratégias da sua periodização, nomeadamente no *Taper* (Toubekis et al., 2013) – por exemplo: o aumento do valor da PE em tarefas tipificadas, poderá ser um sinal de fadiga acumulada ou de doença; já o oposto será um dado que significará uma correta adaptação ao processo de treino.

O método da PE vem sendo, extensivamente, estudado em diversas modalidades desportivas. Até ao presente momento, as evidências disponíveis sugerem que o método da PE da sessão é uma estratégia de baixo custo, simples e confiável para a monitorização das cargas de treino (Nakamura et al., 2010).

No quadro 5, encontra-se um resumo de vários artigos relativos ao controlo da carga de treino através de métodos não invasivos.

Quadro 5. Métodos não invasivos de controlo da carga – FC e PE

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Conclusões
Lamberts, R.; Lemmink, K.; Durant, J e Lambert, M. (2004)	T	Determinar a variação da FC , em intensidades submáximas progressivas e na recuperação.	44 indivíduos ativos – 26 masc. e 18 fem. – com 26.5±5.4 anos de idade.	Em 5 dias consecutivos, repetiam o mesmo teste submáximo de vai-vem 8.4, 9.6, 10.8 e 12.0 Km·h ⁻¹ , com registo da FC durante e nos períodos de recuperação (1º e 2º min.).	Não se verificaram diferenças nos valores submáximos da FC em esforço ou em recuperação, em dias consecutivos. A FC será um método fidedigno no controlo do processo de treino.
Green, J.; Mclester, J.; Crews, T.; Wickwire, P.; Pritchett, R. e Lomax, R. (2006)	T	Investigar os valores de PE , associados a La e FC - em esforço e em recuperação - numa tarefa de TIAI em cicloergómetro.	12 indivíduos masc. ativos (22.8±3.4 anos, 181.9±5.6 cm, 79.2±12.3 kg)	Protocolo incremental max para determinação VO _{2peak} . Realização de tarefa em TIAI com resistência 20W superior à correspondente a 4mmol·l ⁻¹ : 5x2 min, 3 min recuperação ativa. Recolhas de La, FC e PE (6-20) no final das repetições e das recuperações.	Resultados das respostas da 1ª à 5ª repetições do TIAI, de: La- 3.0(.8), 5.0(.9), 5.8(1.5)*, 6.2(1.5)*; 6.6(1.8). FC- 151(9), 160(12)*, 166(13)* 172(7)*, 174(8). PE- 12.4(2.9)*, 13.3(2.7)*, 14.3(2.6)*, 15.3(2.3)**, 15.8(2.0). * p<.05; ** p<.01 Não existirá uma correlação entre os valores de PE e La, sobretudo na recuperação, mas não é de excluir alguma relação em determinadas situações. PE e FC tiveram padrões de comportamento semelhante quer em esforço, quer na recuperação, existindo uma maior amplitude de valores na FC. PE e FC terão respostas mais evidentes à alternância carga/recuperação que o La, mas este será um importante meio complementar.
Herman, L; Foster, C.; Maher, M.; Mikat, R. e Porcari, J. (2006)	T	Verificar a validade e a fiabilidade da PE (CR-10) na monitorização do treino intenso.	14 indivíduos ativos – 7 masc. (33±16 anos, 180±9 cm, 93±17 kg) e 7 fem. (23±1 anos, 165±7 cm, 58±5 kg)	Protocolo (inicial) incremental máx – em cicloergómetro ou passadeira – com recolha de gases e FC, para definição VO _{2peak} e FC máx. Realização aleatória de 6 rep de 30 min – 2 intensidade fraca (40-50% VO _{2peak}), 2 intensidade moderada (60-70% VO _{2peak}), 2 intensidade elevada (80-90% VO _{2peak}), com recolha da PE de 5-5 min, e 30 min após a conclusão da tarefa. Estatística: ANOVA e teste Tukey.	Resultados da PE: 40-50% VO _{2peak} – ≈2 60-70% VO _{2peak} – 4 - 5 80-90% VO _{2peak} – PE: 6 - 8 PE não só é um método fiável durante exercícios com estímulos repetidos, como é um meio objetivo de medição da intensidade do treino.

Continua na página seguinte

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Conclusões
Atlaoui, D.; Pichot, V.; Lacoste, L.; Barale, F.; Lacourt, J. e Chatard, J. (2007)	T	Investigar as relações entre as alterações na variabilidade da FC (VFC), com diferentes momentos de treino e as prestações competitivas	13 nadadores de elite – 9 masc. (23±4 anos, 186±7 cm, 80±7 kg) e 4 fem. (21±2 anos, 173±5 cm, 60±5 kg)	Registo da FC, em repouso em 3 momentos: 1) início do estudo (após período de carga moderada); 2) após 4 semanas de treino intenso; 3) após 3 semanas de recuperação. Foram comparadas as marcas na melhor prova de cada nadador, em 2) e 3), com o respetivo record pessoal. Estatística – ANOVA e Teste Fisher PLSD.	Não se verificaram diferenças entre os valores de FC, nem da VFC, entre os 3 períodos. Não se encontraram relações entre FC e diferentes variáveis do treino. Contudo, a VFC poderá ser um instrumento válido na monitorização das adaptações ao treino.
Wallace, L.; Coutts, A.; Simpson, N. & Slatery, K. (2008)	T	Comparar os valores de PE com os valores de FC (carga de treino interna) e de volume (carga de treino externa), como medidas de avaliação física da carga de treino em nadadores. Acessoriamente, comparará as perceções da carga interna de nadadores vs treinadores utilizando a PE.	12 nadadores de nível nacional - 6 masc. e 6 fem. (22.3±3.1 anos, 175±9 cm, 71.8±11.6 kg, sem diferenciação de sexo). 2 treinadores, dos nadadores supra referenciados.	- Para definição das zonas de treino, foi cumprido o protocolo de 7x200 (Pyne, 2001). - Foram monitorizadas e avaliadas 20 sessões de treino/nadador, durante 3 meses. - Para determinação da carga interna, foi utilizada a metodologia de Impellizzeri (2004). - PE (CR-10) foi pedida, aos treinadores antes do treino e aos nadadores 30 min após a conclusão do treino. Estatística – ANOVA two-way e ES Cohen.	PE será um adequado método de monitorizar a carga interna de treino em nadadores. O PE será mais sensível que a FC, na análise da resposta a uma carga de treino no TIAI – nem sempre é possível uma constante e adequada medição da FC na água. Comparativamente com os treinadores, os valores de PE dos nadadores são superiores em intensidades “baixas” (≈2 p/ ≈2.5) e inferiores em intensidades “elevadas” (≈7.5 p/ ≈6.5). O PE permite que os treinadores possam individualizar os efeitos das cargas em cada componente do treino.

Continua na página seguinte

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Conclusões
Whyte, G.; George, K.; Shave, R.; Middleton, N. e Nevill, A. (2008)	T	Determinar a FCmax em atletas de elite.	130 atletas de modalidades aeróbias (68 masc. 23.8±4.8 anos e 62 fem., 21±5.1 anos) 40 atletas de modalidades anaeróbias (24 masc. 24±5.6 anos e 16 fem., 22.8±4.6 anos); 95 indivíduos sedentários (39 masc. 24.8±4.8 anos e 56 fem., 23±4.8 anos)	Cumprimento de um protocolo maximal em rampa, para determinação da FCmax.	Os valores de FCmax, para os masc., foram significativamente inferiores nos grupos aeróbio – 190 (10) bpm – e anaeróbio – 191 (12) bpm – comparativa/ com os sedentários – 195 (6) bpm. A FCmax sofrerá reduções como consequência do processo de treino, independentemente da predominância da solicitação energética.
Borrensens, J. & Lambert, M. (2009)	T	Comparação entre o volume de treino que os atletas dizem realizar e o realmente cumprido.	29 indivíduos ativos (30±5 anos)	Treino livre durante 3 semanas, seguidas de 2 semanas com o treino a ser registado (volume e FC), mas não divulgado aos praticantes. No final dessas semanas os atletas foram questionados sobre o volume total de treino realizado.	24% amostra sobrestimou o treino realizado, 17% subestimou e 59% acertou no volume cumprido. A FC de quem sobrestimou o treino realizado foi significativamente superior, à dos indivíduos que identificaram corretamente - 198±9 bpm e 187±6 bpm, respetivamente). A margem de erro no autocontrolo do treino contínuo, pode afetar significativamente a prescrição do mesmo.

1.3.6. Modelos Matemáticos

Ao longo das últimas décadas têm sido desenvolvidos modelos matemáticos de desempenho e de gestão das cargas de treino, sendo o modelo de Banister aquele que apresentará melhor capacidade de ajustamento. Estes modelos podem ser utilizados em várias vertentes: a) ponto de partida para uma avaliação crítica do processo de treino; b) guias conceptuais de um programa de treino, otimizando o plano para cada atleta, uma vez que os dados reunidos e as respostas do modelo são específicas para cada indivíduo (Pessoa, 2014). No entanto este autor no âmbito da sua investigação afirma: "... o estudo comparativo de vários modelos matemáticos não permite considerar que algum dos modelos dê, de uma forma global, uma melhor descrição das respostas dos atletas ao processo de treino. Antes realça o carácter individual dessas respostas, o que se reflete de, para cada atleta, poder existir um modelo diferente, com uma melhor capacidade de ajustamento e predição" (Pessoa, 2014).

Num estudo de Hellard et al. (2005), realizado com sete nadadores de elite, e onde se comparava o efeito residual do treino em NPD e correspondentes prestações, através da utilização de dois modelos matemáticos – Banister e um Modelo Modificado –, verificaram-se conclusões semelhantes às de Pessoa (2014), quanto à necessidade de individualização da análise do processo, necessitando-se determinar qual o modelo mais adequado às características de cada atleta. Ou seja, para cada atleta será necessário encontrar o modelo, e os respetivos ajustamentos, que melhor traduzam e se adaptem às características do mesmo, o que pressupõe uma individualização do processo, só possível no âmbito do alto rendimento desportivo.

1.4. O Processo de Treino em Natação

Treinadores e nadadores evidenciam um interesse prioritário na prescrição das intensidades de treino, com o objetivo de tornar o processo de treino eficiente (Pyne & Goldsmith, 2004).

A discussão sobre o impacto da carga de treino correspondente a diferentes zonas de intensidade do treino, os métodos treino utilizados como por exemplo o TIAI, o impacto resultante da utilização de volumes elevados a baixas intensidades, treino dos limiares, etc., continua muito atual entre treinadores, atletas e investigadores das ciências do desporto (Seiler, 2012).

A utilização de uma terminologia conhecida e dominada por todos, relativamente à intensidade da carga, será muito importante no modo como os atletas cumprem as prescrições dos respetivos treinadores (Foster, Heimann, Esten, Brice & Porcari, 2001). Contudo, não existe uma terminologia universal o que pode ser verificado nos quadros 6 e 7 e nas figuras 5 e 6.

Quadro 6. Escala com 5 zonas de intensidade para prescrever e monitorizar o treino da resistência (adaptado de Seiler, 2010 e 2012)

Zona	Intensidade	% FC max	Lactato (mmol·L⁻¹)	Duração habitual p/ c/d Zona
1		60-72	0.8 – 1.5	1 – 6 horas
2		73-82	1.5 – 2.5	1 – 3 horas
3		83-87	2.5 – 4.0	50-90 min
4		88-93	4.0 – 6.0	30-60 min
5		94-100	6.0 – 10.0	15-30 min

Quadro 7. Sistema de classificação do treino utilizado pelo Australian Institute of Sport – coeficientes de intensidade (adaptado de Pyne & Goldsmith, 2004).

Zona	Símbolo	Fonte	Intensidade (%)	FC (bpm)	La (mmol·L⁻¹)	Coefficiente Intensidade
Aerob. baixa intensidade	A1	Lípidos	56-75	-50 a 70	< 2	1
Aeróbia manutenção	A2	Lip/HC	75-80	- 40 a 50	< 2	2
Aeróbia desenvolvi ^o	A3	Lip/HC	80-85	- 30 a 40	2 – 3	3
Limiar láctico	LL	Lip/HC	85-92	- 20 a 30	3 – 5	4
Potência aeróbia	MVO2	HC	92-100	- 20 a max.	5 – 10	5
“Sprint”	SP	ATP-CP	> 100	Não aplica	Não aplica	8

Legenda: Lip – lípidos; HC – Hidratos de Carbono

Apesar de existirem algumas semelhanças nas propostas constantes nos quadros 6 e 7, subsistem discrepâncias nos indicadores da FC e da lactatemia. Importa referir que no quadro 7, o termo LL, corresponderá ao 2º incremento da curva de lactato (ou ao Dmax) num teste progressivo, situando-se a um nível fisiológico correspondente ao LAn; no mesmo quadro surge uma zona denominada de “Sprint”, cujos dados apresentados (recurso bio-energético, FC e La) apontam para um tipo de solicitação anaeróbia aláctica, não considerando, assim, zonas de treino de carácter predominantemente láctico.

Um número considerável de autores: Esteve-Lanao et al. (2005), Lucia et al. (1999), Lucia et al. (2003), Seiler e Kjerrland (2006), Zapico et al. (2007), citados por Seiler e Tonnessen (2009), vêm utilizando as 1ª e 2ª inflexões da curva de La para definir três zonas de intensidade do treino da resistência, conforme figura 5. Seiler e Kjerland (2006) designaram as suprarreferidas três zonas como: Zona de La Baixo, Zona de Acomodação de La (existe uma acumulação importante de La, mas em equilíbrio entre a produção e a remoção) e Zona de Acumulação de La (produção de La superior à remoção). Contudo, importa referir que alguns autores não encontraram uma coincidência absoluta entre LL e LAn (lactato) com VT₁ e VT₂ (Neary, MacDougall, Bachus & Wenger, 1985).

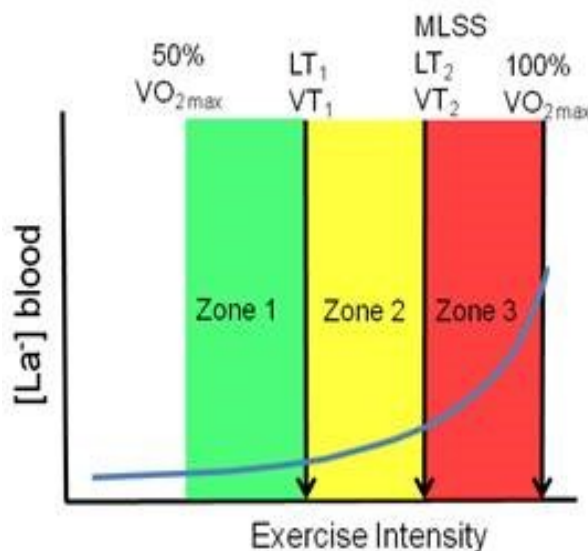


Figura 5. Três zonas de intensidade para prescrever e monitorizar o treino da resistência, baseadas nas 1ª e 2ª inflexões da curva de La, utilizando os equivalentes limiares ventilatórios para O₂ (VT₁) e CO₂ (VT₂) (Retirado de Seiler & Tonnessen, 2009; Seiler, 2010).

Faude et al. (2009) apresentam uma definição de zonas de intensidade, que no essencial, coincide com a proposta de Seiler e Tonnessen (2009) (figuras 5 e 6).

A Natação Pura Desportiva (NPD) é comumente designada como uma modalidade de resistência, onde o contributo do metabolismo aeróbio, apesar de variável, é decisivo para o fornecimento energético em qualquer prova do calendário desportivo (Gastin, 2001). Contudo, não existe uma unanimidade na definição das zonas de intensidade. Os critérios para a definição das diferentes zonas de intensidade propostas por Maglischo (2003) e Sweetenham e Atkinson (2003) são as parecem recolher a maior adesão nas opções da maioria dos treinadores de natação mundial. As respetivas zonas e terminologias encontram-se resumidas nos quadros 8 e 9.

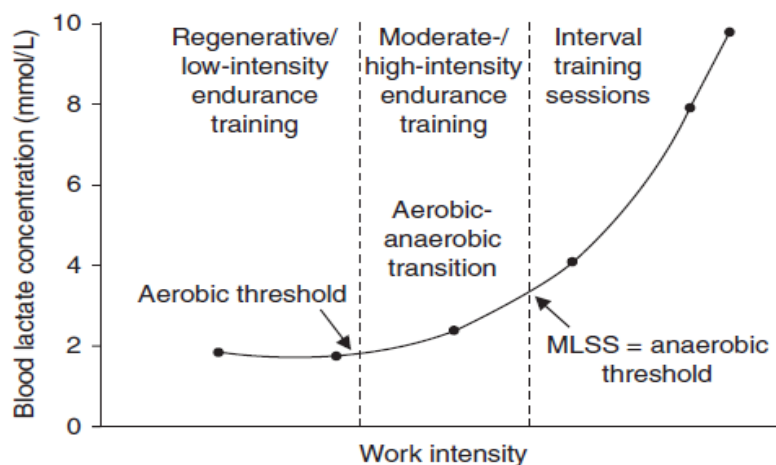


Figura 6. Configuração típica da curva lactato-carga, incluindo a transição aeróbia-anaeróbia como uma base de diferenciação de várias zonas de intensidade. MLSS = EEML (Retirado de Faude et al., 2009).

Através da análise do quadro 8, verificamos que Sweetenham e Atkinson (2003), na divisão das zonas e subzonas de intensidade, apresentam situações de conflito ou sobreposição, referentes aos dados de FC e de velocidades determinadas em função da velocidade máxima na prova de 200 metros, nomeadamente entre A2 e A3, e entre A3 a AT. Esta situação impossibilita, por vezes, um entendimento claro dos conceitos e objetivos definidos.

Quadro 8. Zonas de Intensidade de treino segundo Sweetenham e Atkinson (2003)

Zona	Objetivo	Descrição e tarefas
1. Aeróbia	A1 (Recuperação)	• < 50 a 70 bpm da FCmax • 1/2 melhor tempo de 200m + 20 seg
	A2 (Manut. aeróbia)	• < 40 a 50 bpm da FCmax • 1/2 melhor tempo de 200m + 15 seg
	A3 (Desenv. aeróbio)	• < 30 a 40 bpm da FCmax • 1/2 melhor tempo de 200m + 10 a 15 seg
2. Limiar Anaeróbio		• < 20 a 30 bpm da FCmax • 1/2 melhor tempo de 200m + 7 a 10 seg
3. Resistência de Alta Intensidade	Velocidade Crítica	• < 10 a 20 bpm da FCmax • <3-4% melhor tempo 400m <8% melhor tempo 200m
	“Remoção de lactato”	• < 15 a 20 bpm (masc) e <10 a 15bpm (fem) da FCmax • Elevada produção de lactato em treino de resistência
	VO ₂ Máximo	• < 10 bpm ou FCmax • 1/2 melhor tempo de 200m + 4 a 7 seg
4. Anaeróbia	Produção de Lactato	• Introdução ao treino láctico • 10x50 c/d 2’30’’ Vmédia do melhor tempo 100 ou 200m
	Tolerância Láctica	• Máximos níveis de lactatemia • 2-4x(3x100 c/d 3’ Vmédia do melhor tempo 200m)
	Pico de Lactato	• Níveis de lactatemia max ou quase max. • 4x100 max p=15’ c/ rec. ativa
5. Velocidade		• VEL. MAX • Rep de 10 a 30m, c/ pausas completas

Por sua vez, Maglischo (2003), ao definir apenas 3 zonas de intensidade para o treino aeróbio, simplifica e clarifica a situação, sobretudo quando se pretende comparar métodos de treino muito diversificados (quadro 9)

Quadro 9. Zonas de Intensidade de treino segundo Maglischo (2003)

Zona/Objetivo	La (mmol·L ⁻¹)	FC	RPE (6-20)	Descrição de tarefas
Resistência 1 (A1) Lim. Aer. – Lim. Anaer.	>1-3	120-150 ou < 30-60 bpm FCmax	12-14	Volume ≥ 2000m 3000m 12x200m p=15''
Resistência 2 (A2) Limiar de resistência (Limiar Anaeróbio)	3-5 (5-7)	< 10-20 bpm FCmax	15-16	20-40x100m p= 10'' 5-10x400m p=20'' 5x200/10'' + 3x300/15'' + 2x400/20''
Resistência 3 Sobretreino resistência	6 – Max	MAX	17-20	20x50m (-1.5'' A2) p=15'' 6x200 (-6'' A2) p=30''
Sprint 1 Tolerância Láctica	≈ Max – s/ valores	Não referida	18-20	8x100m c/d 2' 3x200m p=8'
Sprint 2 Produção de Lactato	≈ Max - s/ valores	Desnecessária	Desnec.	8x25 c/d 2' 6x50 c/d5'
Sprint 3 Potência	---	---	---	4x(8x12.5m Max + 12.5 rec c/d 1'15'') P=3'

Em 2006 a Federação Portuguesa de Natação (FPN) apresentou um projeto de “Plano de Carreira do Nadador”, onde tentou uniformizar a terminologia empregue em Portugal para prescrição do treino em NPD, baseando-se em modelos de Grange e Gordon (2004), Hellard, Begotti, Deléaval, Duclaux, Dumoulin, Martinez et al. (1998b), Maglischo (2003), Navarro, Gonzalez & Gaspar (2007), Olbrecht (2000), Sweetenham e Atkinson (2003) – ver quadro 10.

Contudo, relativamente aos dados do quadro 10, importa clarificar que, em função de publicações posteriores, os valores de lactatemia para a zona A2 não se encontrarão ajustados, sugerindo-se uma atualização para um intervalo entre 2 e os 10 mmol·L⁻¹ – ver quadro 12 (Espada & Alves, 2010; Faude et al., 2009).

Para um melhor entendimento, passaremos a utilizar a terminologia constante no quadro 10, adaptando-a à utilizada por cada autor.

Quadro 10. Terminologia aplicada ao Plano de Carreira do Nadador – FPN. Retirado de Cunha & Cardoso (2006).

Designação	Sigla	Outras Designações	Tipo de Metabolismo Predominante	Frequência Cardíaca			Lactatemia (mM/l)
				Até 11	12-14	+ velhos	
Aquecimento / Recuperação	AR	-	Aeróbio	<140	<130	<120	Até 2.0
Aeróbio 1	A1	Lim. Aeróbio Lim. Láctico	Aeróbio	150-165	140-150	120-140	2.0 – 3.0
Aeróbio 2	A2	Lim. Anaeróbio EEML	Aeróbio	170-185	160-170	150-165	3.5 – 4.5
Potência Aeróbia	PA	VO ₂ max	Aeróbio / Anaer. Láctico	Max			6.0 – 9.0
Tolerância Láctica	TL	Máxima Produção de Lactato	Anaeróbio Láctico	Não realizar	Max	Max	12 - 20
Potência Láctica	PL	Resist. de Velocidade	Anaeróbio Láctico	Não realizar	Max	Max	> 10
Velocidade	V	-	Anaeróbio Aláctico	Não é significativa			Não significativa

Num processo de treino em NPD, os nadadores deverão construir, inicialmente, uma base consistente da capacidade aeróbia, através de processos de treino em A1 e A2, realizados a velocidades ótimas, de modo a concretizarem elevados volumes de treino a intensidades mais elevadas, no âmbito da resistência (Maglischo, 2003), indispensáveis para um progresso sustentado do seu desempenho.

Dekerle et al. (2003b) corroboram esta opinião ao afirmarem que o desenvolvimento da capacidade aeróbia dos atletas é um dos objetivos determinantes para o sucesso na NPD.

Ideia semelhante é-nos apresentada por Abadía, Cuadrado e Garcia (2002) que salientam o facto de: um elevado volume de treino poder ter a sua importância, mas o que é verdadeiramente eficaz, objetivando a melhoria das marcas, é realizá-lo na intensidade apropriada, aplicando a técnica adequada, ao longo de toda a planificação.

Assim, o controlo da carga de treino assume uma importância determinante no processo de prescrição, particularmente no alto rendimento, onde as cargas se encontrarão muito próximas dos limites homeostáticos dos nadadores.

O processo de avaliação e controlo do treino deverá ser realizado por especialistas com valências distintas, nomeadamente a nível da fisiologia, da biomecânica e da psicologia, cuja assessoria ao treinador se torna decisiva.

No entanto, segundo Borges (2010), a grande maioria das equipas técnicas dos clubes de natação em Portugal com atletas de alto rendimento é composta apenas por treinador(es) e fisioterapeuta (55%), verificando-se que apenas um clube apresenta na sua constituição um médico, um fisioterapeuta, um fisiologista e um alergologista a prestarem apoio ao treinador. Esta realidade contrasta com as necessidades de avaliação e controlo do treino preconizadas para uma individualização do treino de alto rendimento (Graham & Cross, 2005).

O quadro 11 sumariza alguns parâmetros para controlo da carga nas zonas de intensidade A1, A2 e PA.

Quadro 11. Zonas de intensidade do treino A1, A2 e PA e métodos de controlo da carga – síntese de Maglischo (2003) e atualizado com dados de Espada & Alves (2010) e Faude et al. (2009).

	A1	A2	PA
Lactato sanguíneo (mmol·L ⁻¹)	> 1 e < 3	3 - 7 2 - 10 (Faude et al., 2009) 2,6 – 7,8 (Espada & Alves, 2010)	6 - 10
Frequência Cardíaca (bpm)	< 30 a 60 da FCmax (120 a 150)	< 10 a 20 da FCmax (160 a 175)	MAX
Percepção do esforço (Escala Borg, 6-20)	12 a 14	15 a 16	17 a 20

Pelos dados constantes no quadro 11, podemos verificar que na zona A2 se antevê uma maior amplitude nos valores de lactatemia que poderão variar entre os 2 e os 10 mmol·L⁻¹ (Espada & Alves, 2010; Faude et al., 2009). Este aspeto já tinha sido referido anteriormente e significa que, para uma mesma lactatemia, dois nadadores poderão estar em zonas de intensidade absolutamente distintas. Tal poderá ficar a dever-se a fatores como: i) composição das fibras musculares; ii) atividade das enzimas glicolíticas e lipolíticas; iii) densidade mitocondrial e capilar (Faude et al, 2009).

1.4.1. Métodos de Treino da Resistência e Adaptações Fisiológicas

As diferenças inter individuais verificadas nos perfis das curvas de lactato justificam o maior cuidado na prescrição do treino, nomeadamente nas tarefas de treino das zonas A1 e A2, onde os nadadores não deverão entrar em competição com colegas de equipa: o objetivo deverá ser nadar a velocidades ótimas, pré-definidas, que lhes permitam adaptações e sucessivos incrementos da velocidade, sem uma produção de acidose severa resultante de lactato (Maglischo, 2003; Sweetenham & Atkinson, 2003). Resulta daí a necessidade de um cada vez maior controlo científico do processo individual de treino.

Olbrecht (2000) considera que as componentes necessárias para o desenvolvimento da resistência são muito complexas, discordando que com a utilização de uma única intensidade do treino se consigam obter adaptações em todas as componentes. Refere ainda que o nível metabólico aeróbio de um atleta tem de ser construído através da utilização de diferentes e tipos de exercício, bem como a velocidades distintas – defendendo o treino contínuo como um dos métodos eficazes no desenvolvimento da resistência.

Uma análise de estudos, em várias modalidades (atletismo, remo, ski de fundo) relativos à avaliação da intensidade no processo de treino da resistência, revela uma realidade paradoxal: apesar da maioria das provas olímpicas ser cumprida a uma intensidade igual ou superior ao LL ($\geq 85\%$ do VO_{2max}), a enormíssima maioria do treino é cumprida a intensidades inferiores a esse limiar – mais concretamente: 80% do treino será de baixa intensidade ($\approx 65\%$ VO_{2max}) e 20% entre o LL e o VO_{2max} (maioritariamente a $\approx 90\%$ VO_{2max}) (Seiler, 2012; Seiler & Tonnessen, 2009).

A realização frequente de treino com baixa intensidade (TBI) ($\leq 2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) e longa duração é extremamente efetivo na concretização de adaptações fisiológicas, particularmente nas adaptações periféricas (Seiler, 2012). Num estudo de Hellard et al. (2005), com nadadores de elite, o TBI relacionava-se com o desempenho a curto prazo, tendo por base uma relação parabólica, considerando que o efeito a longo prazo, durante a fase de maior volume de treino, era positivo. Estes resultados, enfatizam os efeitos positivos do TBI, na fase de maior volume de treino, e sugerem que este tipo de treino deve ser mantido com um volume de 40-50% do máximo da época, durante o *Taper*.

Em antagonismo com o TBI, encontramos o Treino Intervalado de Alta Intensidade (TIAI) caracterizado pela repetição de períodos de atividade física vigorosa – cumpridos acima da inflexão da curva de lactato e com uma RPE “difícil” ou superior – intercalados por fases de repouso passivo ou ativo (Laursen, 2012; Tschakert, Kroepfl, Mueller, Moser, Groeschl e Hofmann, 2015).

O TIAI provoca FC quase máximas ou máximas, níveis relativamente elevados de recrutamento muscular, assim como taxas progressivamente mais altas de produção de energia aeróbia. O cumprimento deste tipo de tarefas, implica grandes necessidades fisiológicas, provocando adaptações a nível muscular e cardiovascular (Laursen, 2012).

Sugere-se que as principais adaptações do TIAI de curta duração (<30 seg) não estimularão suficientemente o sistema cardiorrespiratório, mantendo inalteráveis os níveis de VO_{2max} , mas ocorrerão a nível periférico, face à melhoria substancial de alguns resultados (Laursen, 2012). Estudos de Burgomaster, Howarth, Phillips, Rakobowchuk, ... e Gibala (2008) e Burgomaster, Hughes, Heigenhauser, Bradwell e Gibala (2005) corroboram a opinião que o TIAI de curta duração aumenta a taxa de biogénese mitocondrial assim como a capacidade física de produzir trabalho. Tal poderá ser parcialmente justificado pelo facto de, num estudo de Weston et al. (1996) realizado com ciclistas, se ter verificado um aumento da capacidade de tamponamento no músculo após, somente, 3 semanas de TIAI.

Importa recordar que uma alta concentração de iões de H^+ tem um efeito inibidor na atividade enzimática, nomeadamente da PFK. Assim, um aumento da capacidade de tamponamento no músculo esquelético poderá indiretamente contribuir para uma melhoria da produção glicolítica do ATP e para uma superior intensidade do exercício, através do incremento da atividade da PFK (Lauser & Jenkins, 2002).

Tudo indica que o estímulo ótimo no TIAI, para atletas especialistas de resistência, é aquele que se aproxima da taxa quase máxima de utilização do metabolismo aeróbio, durante um tempo prolongado, de modo a que exista uma simultaneidade de ativação dos sistemas cardiovascular e neuromuscular; neste caso verificar-se-ão melhorias quer centrais (aumento dos valores de VO_{2max}), quer periféricas (Macpherson, Hazell, Olver, Paterson & Lemon, 2011; Migley, McNaughton & Jones, 2007). No entanto, muito pouca investigação destas componentes foi realizada com atletas de alto rendimento (Laursen & Jenkins, 2002).

Contudo, Helgerud et al. (2007, citados por Seiler & Tonnessen, 2009) apontam numa direção algo diferente, onde o treino contínuo a intensidades submáximas promove grandes adaptações periféricas, enquanto o TIAI proporciona adaptações centrais, o que é corroborado por Laursen & Jenkins (2002) ao afirmarem que as adaptações centrais decorrentes do TIAI facilitam o processo de disponibilização do O₂ aos músculos ativos. Mas não havendo alteração da FC_{max} durante este tipo de treino, estes incrementos de utilização do O₂ poderão ser atribuídos a um aumento do volume sistólico; este resultará de uma maior capacidade contrátil do ventrículo esquerdo e/ou do aumento da pressão intraventricular, como consequência de um aumento do volume diastólico final (Rowell, 1993, citado por Laursen & Jenkins, 2002).

Outros factores contribuirão para a melhoria da prestação em provas de resistência de atletas de alto rendimento, que cumprem programas de TIAI, tais como: alterações biomecânicas, adaptações do SNC e do sistema endócrino, bem como outras alterações periféricas, a referir: aumentos da mioglobina e da densidade capilar, e alteração da composição dos tipos de fibras musculares (Laursen & Jenkins, 2002).

Assim, um TIAI que, teoricamente, cumpre os pressupostos supra referidos, deverá utilizar repetições entre os 3 e os 5 minutos, com uma PE inicialmente “difícil”, e “muito difícil” no final de cada tarefa (7-8, na escala CR-10). Por sua vez, os tempos de pausa para recuperação entre repetições devem situar-se entre 1 e 2 minutos (Seiler & Hetlelid, 2005).

A frequência do TIAI, com intensidades próximas das velocidades correspondentes ao VO_{2max}, não deverão exceder as 2 sessões semanais; quando foram realizadas 3 sessões/semana, não só os desempenhos não se alteraram, como surgiram sinais de fadiga crónica (sobretreino) – eventualmente associados ao aumento da norepinefrina plasmática (Billat et al, 1999).

A este propósito destaque-se uma percentagem de “75-5-20” %, respetivamente para as zonas A1, A2 e PA, encontrada em estudos de várias modalidades: Remo (Steinacker, 1993; Steinacker, Lormes, Lehman & Altenburg, 1998), medalhados de ouro em Ciclismo de Pista (Schumacker & Mueller, 2002) e Maratonistas de nível mundial (Billat, Demarle, Slawinski, Paive & Koralsztein, 2001). Esta realidade distributiva na percentagem do volume pelas 3 zonas definidas não corresponderá a um modelo único (quadro 13), nem encontrará valores absolutamente coincidentes na NPD, até porque estes variam em função da especialidade do nadador, conforme quadro 12.

Quadro 12. Percentagens (%) da distribuição da carga por zonas de intensidade – A1, A2 e PA + TAn (Treino Anaeróbio) – compilação de dados de Maglischo (2003).

	A1	A2	PA + TAn
Velocistas	65	10	25
Meio Fundistas	75	11	14
Fundistas	60	20	20

Existe uma especificidade do TIAI em função das especialidades dos atletas; por exemplo no atletismo, a preparação de um maratonista pressuporá a realização de repetições de 2 km (ex: em 7 min.) com pausas de 2 min, enquanto um especialista de 1500m realizará repetições de 1 km (ex: em 3 min) com pausas semelhantes (Laursen, 2012); em qualquer dos casos, os valores da RPE serão iguais ao já apresentado – “difícil” e “muito difícil” (Seiler & Hetlelid, 2005).

Quadro 13. Percentagens (%) da distribuição da carga por zonas de intensidade – A1, A2 e PA + TAn (Treino Anaeróbio) – modelo de Dieter Linderman, apresentado por Hellard, Begotti, Deléaval, Duclaux, Dumoulin, Martinez et al. (1998a).

A1	A2	PA + TAn
83	12	5

Poderemos especular a seguinte utilização do TIAI para a NPD: i) especialistas de 400m realizarão séries de 20x50m à velocidade do VO_{2max} com uma pausa de 20 a 30 segundos; ii) especialistas de 1500m cumprirão 20x100m a 95% da velocidade do VO_{2max} com uma pausa de 45 segundos a 1 minuto (Maglischo, 2003; Sweetenham & Atkinson, 2003).

Contudo, Seiler (2012) defende que, no TIAI, uma intensidade correspondente a 90% do VO_{2max} , parece ser mais efetiva e menos fatigante, que intensidades de 95-100% do VO_{2max} com volumes mais reduzidos. Tal contraria, de certa maneira, as propostas apresentadas no âmbito da natação. No entanto, importa referir que, quando se comparam nadadores com corredores, nos primeiros se verifica um menor declive na curva da velocidade/tempo, para uma dada acumulação de lactato, a ter lugar a uma velocidade muito próxima da Máxima Velocidade Aeróbia (V_{amax}) e do VO_{2max} (Bilat, 1996). Tal é corroborado num estudo de Greco, Oliveira, Caputo, Denadai e Dekerle (2013) onde se conclui que o LL tem lugar a uma intensidade relativamente mais elevada em NPD – provavelmente, devido aos efeitos que o

meio aquático provoca a nível fisiológico e biomecânico – encontrando-se a velocidades muito próximas das correspondentes ao EEML.

A este respeito Bentley et al. (2005) acrescentam que as diferenças da cinética de O_2 , comparativamente com outras modalidades, poderá ser explicada pela menor influência dos membros inferiores, no processo propulsivo, com repercussões nas respostas fisiológicas agudas ao TIAI. No entanto, Ribeiro, Figueiredo, Sousa, Monteiro, ..., Fernandes (2015), num estudo onde foram comparados nados completos com nados sem utilização dos membros inferiores (MI), a cinética de VO_2 foi mais lenta quando se utilizaram apenas os membros superiores, revelando a relevância das ações dos MI que proporcionarão uma maior disponibilidade de O_2 na musculatura esquelética global; além disso, apesar de o custo energético ter sido maior para satisfazer as necessidades fisiológicas inerentes à utilização dos MI, o desempenho também foi claramente melhorado - $\approx 14\%$.

No processo de treino, não existirão incompatibilidades no impacto fisiológico entre o TBI e o TIAI, dado que as adaptações correspondentes a cada tipo de treino serão concomitantes e até complementares (Seiler, 2012). A este respeito Maglischo (2011) defende que a aplicação do TIAI é necessária para maximizar a resistência aeróbia e anaeróbia, dado que provoca melhorias metabólicas nas fibras musculares de contração rápida; ao mesmo tempo é necessária a aplicação de um volume considerável de TBI, por ser aquele que provocará incrementos mais eficientes da capacidade aeróbia nas fibras musculares de contração lenta.

A realidade aponta para que uma importante percentagem de atletas de alto rendimento, especialistas em provas de resistência, incluam o TIAI no seu processo de treino. Para estes atletas adicionar um maior número de pausas não será necessariamente uma boa estratégia, sugerindo-se que alternar entre: reduzir o volume das tarefas de TBI intervalado, e aumentar o volume das tarefas de TIAI, será o mais benéfico para a obtenção de resultados desportivos (Paton & Hopkins, 2004).

Assim, uma relação de 80% para 20% entre, respetivamente, TBI e LAn + TIAI - extremamente comum no processo de treino de atletas de resistência - permitir-lhes-á excelentes resultados durante vários anos (Seiler, 2012).

Existem mais referências na literatura que sugerem que o TIAI (80 a 100% do VO_{2max}) pode ser de importância crucial desde que se cumpra um volume mínimo de treino em função de cada competição (prova) a realizar (Wenger & Bell, 1986; Tabata, Irisawa, Kouzaki, Nishimura, Ogita, & Miyachi, 1997). A escassez de trabalho de pesquisa com atletas de elite subsiste neste âmbito.

Num estudo de Kilen, Larson, Jorgensen, Johansen Jorgensen e Nordsborg (2014), realizado com nadadores dinamarqueses, seniores de elite – onde durante 12 semanas foi incrementado o volume do TIAI no grupo experimental, com uma redução de 50% do volume total, enquanto o grupo de controlo mantinha um tipo de treino mais tradicional, com o dobro do volume do grupo experimental –, não se verificaram alterações significativas no desempenho, nem das variáveis fisiológicas: VO_{2max} , LL, pH e K^+ , em qualquer dos grupos; no entanto, a redução das distâncias e o aumento dos períodos de recuperação pode ser importante no plano anual de treino, permitindo a utilização de um tempo acrescido no desenvolvimento de factores técnicos e técnico/táticos, também eles determinantes da prestação em NPD.

No quadro 14 encontram-se resumidos estudos relativos a avaliações protocolares para avaliação e controlo do treino da resistência.

Quadro 14. Controlo do treino de resistência – Protocolos invasivos associados à NPD.

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Conclusões
Ryan, R.; Coyle, E. & Quick, R. (1990)	L	Determinar se o aumento do volume numa época desportiva provoca alterações na V correspondente a um La de 4 mmol·l ⁻¹ .	14 nadadoras USA de nível olímpico, internacional e nacional, com idades entre 18 – 24 anos.	Teste de 3x500m p=30 seg. Realizado em 6 ocasiões, entre 29 set. 1986 e 17 fev. 1987. Determinação do V4.	No início da época V4 evoluiu significativamente de 1.32 (0.12) para 1.52 (0.08) m·s ⁻¹ , em 4 semanas – 29 setembro. Aumentos do volume semanal de 54000 para 72000 jardas, entre outubro e janeiro, não se traduziram em alterações de V4.
Pyne, D; Lee, H & Swanwick, K. (2001)	L	Determinar em que medida o perfil da curva de lactato permite detetar alterações no nível de resistência. Verificar a existência de correlações entre alterações fisiológicas, níveis de treino e resultados desportivos.	12 nadadores de alto rendimento – 8 masc e 4 fem – com idades entre 20 e 27 anos.	5 momentos de recolha: 1) 10 dias antes CM98 (jan); 2) 14 dias após CN98(maio); 3) a meio do macrociclo (jul); 4) Início do taper (ago). 7x200m, com recolha de FC, La, FG, contagem de ciclos e RPE.	Durante as 20 semanas, verificaram-se diferenças sensíveis nos resultados dos 200m (2.5%) e V _{LL} (3%). Rotinas protocolares podem permitir detetar alterações nos indicadores da resistência – V _{LL} e TL ₅₋₁₀ - mas estes estão pouco associados às marcas registadas em competição.
Bentley, D.; Roels, B.; Hellard, P.; Fauquet, C.; Libicz, S. & Millet, G. (2005)	T	Determinar os efeitos de 2 tarefas de treino intervalado – IT _{4x400} e IT _{16x100} – próximas do VO _{2max} a nível fisiológico, biomecânico e psicológico.	8 nadadores de nível nacional – 5 masc e 3 fem (18.4±1.8 anos, 179±6.8 cm, 66.9±6.8 kg, sem diferenciação de sexo). Média da melhor marca em piscina 50m aos 400m L: 4:25±0:15.	- Teste 5x200 L incremental, com recolha de: VO ₂ , La, FC. - Realização de IT _{4x400} e IT _{16x100} , com ordem aleatória em dias diferentes. Recolha de VO ₂ , La, FC, FG, DC e PE. Estatística: ANOVA e Person's.	Não se verificaram diferenças nos valores de VO ₂ , La, FC, FG e DC entre as tarefas IT _{4x400} e IT _{16x100} . Verificaram-se diferenças entre a FC _{max} encontrada no teste 5x200 (187.7±3.7) e em IT _{4x400} (178±6) e IT _{16x100} (177±6), apesar de não existirem diferenças nos valores de VO ₂ entre as referidas situações. *- restantes dados estão registados nos quadros 15 e 16.

Continua na página seguinte

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Conclusões
Anderson, M.; Hopkins, W.; Roberts, A. & Pyne, D. (2006)	L	Caracterizar as alterações e variabilidade do desempenho protocolar, em nadadores, intra e entre épocas desportivas.	40 nadadores de meio-fundo, de nível nacional e internacional. 24 masc (19±2 anos, no início; 22±2 anos, 185±5 cm, 80±6 kg, durante a investigação) e 14 fem (18±3 anos, no início; 20±3 174±7 cm, 64±6 kg, durante a investigação).	O estudo teve a duração de 5 anos. Aplicação do 7x200 (Pyne, 2000 e 2001), várias vezes por ano – com registo da FG e da FC. Medição anual da massa e das pregas cutâneas. Registo das marcas em competição.	Decréscimo das pregas adiposas, intra e entre épocas. Aumento da velocidade como consequência do aumento da FG. Para $V_{4\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}}$, esta tendência só verificou no sexo fem. O pico da FC foi decrescendo nos fem $\approx 1.1\%$, nos masc manteve-se estável nos 3 primeiros anos, decrescendo ligeiramente nos 2 seguintes. A FC correspondente a $4\text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, manteve-se estável ao longo do estudo. *- dados detalhados estão apresentados no quadro 17.
Lima, M.; Junior, P.; Gobatto, C.; Junior J. e Ribeiro, L. (2006)	T	Avaliar a pertinência da prescrição de teste incremental baseado na RPE (Borg, 6-20), comparando com valores da lactatemia (V_{LL} , $V_{3.5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}}$ e $V_{D\text{max}}$), FC, FG e Velocidade Crítica (VC).	12 nadadores (16.4±1.3 anos, 178.7±8.2 cm, 71.7±8.8 kg), com mais de 3 anos de treino efetivo e com participação competitiva de nível estatual e nacional.	- T200 + T400, com registo da FG, para determinação da VC. - 5x200 L nos níveis: 9, 11, 13, 15 e 17 (Borg, 6-20). Recolha de: lactato, FC, FG e RPE. Estatística – ANOVA one-way e Pearson.	Não se encontraram diferenças entre: V_{LL} – 1.30(0.09), VC – 1.28(0.09) e $V_{D\text{max}}$ – 1.31(0.07), mas $V_{3.5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}}$ – 1.22(0.06) foi inferior às demais. No teste incremental verificaram-se correlações entre RPE e velocidade, La, FC e FG. FG: V_{400} – 35.11(4.21)*; VC – 28.57(3.91); $V_{D\text{max}}$ – 31.04(4.36); LL – 30.55(4.83); $V_{3.5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}}$ – 26.71(3.27)* *p<0.05, para demais variáveis. Conclui-se que a RPE é uma ferramenta fiável no controlo da velocidade dos estádios, num teste incremental em natação.

Continua na página seguinte

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Conclusões
Thompson, K., Garland, S & Lothian, F. (2006)	L	Determinar a evolução fisiológica de um nadador, ao longo de 3 anos, e compará-la com os respetivos resultados competitivos	1 nadador brucista do Top-10 mundial.	Aplicação do teste de 7x200 em bruços, em 11 momentos, ao longo de 3 anos; com recolha de valores de La, FC, FG.	As melhorias verificadas nas velocidades, para cada acumulação de La, foram geralmente acompanhadas por uma melhoria dos resultados cronométricos em competição. Verificando-se o oposto em casos de lesão ou doença.
Zoretic, D; Wertheimer, V. & Leko, G. (2010)	T	Comparar 3 métodos para determinação do LAn.: 1) “Interceção” (LAnI); 2) $4\text{mmo}\cdot\text{L}^{-1}$; 3) D-max	13 triatletas de nível nacional, 10 masc + 3 fem, (27.1±5.9 anos, 175±7.3 cm, 72.7±11.2 kg, sem diferenciação de sexo).	Aplicação do teste de 7x200, para determinação do LAn, utilizando 3 métodos diferentes: 1) “Interceção” (LAnI); 2) $4\text{mmo}\cdot\text{L}^{-1}$; 3) D-max	Os métodos LAnI e D-max, não apresentam diferenças estatísticas e parecem ser os mais adequados para a avaliação do LAn em nadadores. Neste estudo, o método dos $4\text{mmo}\cdot\text{L}^{-1}$, apresentou valores significativamente inferiores.
Greco, C.; Oliveira, M.; Caputo, F.; Denadai, B. e Dekerle, J. (2013)	T	Identificar as fronteiras para LL e EEML em NPD.	12 indivíduos masc cujo resultado aos 400L se encontrava a 70,0 (5,0) % do record mundial. (24,5±9,6 anos, 176.7±10 cm, 71.3±,8 kg),	Aplicação de: 1) teste 7x200m p/ determinar o LL. 2) várias repetições de 30 min, dos 85 aos 95% $V_{\text{max}400\text{m}}$. Recolha de sangue capilar e registo de V. Estatística – Shapiro-Wilk e T-Student	As velocidades ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) para o LL (1,08 (0,09)) e EEML (1,14 (0,08)) para além de muito aproximadas, representam uma intensidade elevada em função de $V_{\text{max}400\text{m}}$ (1,30 (0,09)), respetivamente 83,1 (2,18)% e 87,6 (1,92)%. Alerta para acuidade da prescrição do treino aeróbio em NPD.
Morris, K.; Osborne, M.; Shephard, M.; Skinner, T. & Jenkins, D. (2016)	T	Comparar os valores de V, Potência Aeróbia e Custo Metabólico (C) entre técnica global (TG) e nado só com membros superiores (SMS) em Crol, em intensidades variadas, resultantes de FG definidas	20 nadadores; 10 masc (19.5±1.7 anos, 185.7±5.6 cm, 79.4±9.3 kg, 6.4±2.6 anos de treino) e 10 fem (20.6±1.9 anos, 176.2±4.4 cm, 67.7±6.1 kg, 9.6±6.9 anos de treino).	Aplicação de: 1) teste 6x200m: 2 c/ FG 22-26 $\text{c}\cdot\text{min}^{-1}$ (1 SMS + 1 TG) + 2 FG 30-34 $\text{c}\cdot\text{min}^{-1}$ (1 SMS + 1 TG) + 2 FG 38-42 $\text{c}\cdot\text{min}^{-1}$ (1 SMS + 1 TG). Registo das V. Recolha de sangue capilar, VO_2 , FG e DC, índice de pernada e PE (Borg 6-20) Estatística – Shapiro-Wilk e Wilcoxon	Resultados masculinos na TG: Para FG 40±4 corresponde: $V \approx 1.38\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; FC – 151.2±21.9; La – 4.5 (min 2.0 e max 8.4). PE – 14.8±1.7. Conclusões: - As ações dos MI contribuem com ≈11% na propulsão global da técnica de crol. - Em masc., C é menor em TG do que em SMS.

Quadro 15. Dados (média e DP) do estudo de Bentley et al. (2005), relativos a VO₂ e FC.

Variável	Teste	Teste	
	5x200	IT _{16x100}	IT _{4x400}
VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	55,7 (5,8)	52,0 (8,4)	51,2 (5,8)
% VO _{2max}	100	93 (11)	92 (7)
FC (bpm)	187,7 (3,7)	178 (6) **	177 (6) **
% FC _{max}	100	95 (3)	94 (2)

** - p<0.01 relativamente a 5x200

Quadro 16. Dados (média e DP) do estudo de Bentley et al. (2005), relativos a V, La e PE.

Variável	Teste	400m	800m	1200m	1600m
Velocidade (m·s ⁻¹)	IT _{16x100}	1.33 (0.06)	1.34 (0.05)	1.34 (0.05)	1.34 (0.05)
	IT _{4x400}	1.30 (0.06)	1.33 (0.05)	1.33 (0.06)	1.32 (0.06)
La (mmo·L ⁻¹)	IT _{16x100}	--	3.3 (0.9)	--	3.0 (1.4)
	IT _{4x400}	--	3.1 (0.9)	--	2.8 (1.2)
PE (unid. arbitrárias)	IT _{16x100}	9 (2)	11 (2)	11 (2)	12 (3)
	IT _{4x400}	11 (2)	11 (2)	11 (2)	12 (3)

Não se verificaram diferenças em qualquer dos parâmetros.

Uma melhoria dos valores de LL e de TL, ao longo da época, apontará para uma efetividade no desenvolvimento de factores relacionados com a resistência de nadadores de alto rendimento. Estes resultados foram observados um estudo em altitude (Pyne, 1998) e com nadadores de elite mundial, embora a performance em competição nem sempre acompanhe esta evolução (Pyne et al, 2001). Tal poderá ser explicado por: i) muitos dos nadadores da amostra se encontrarem no TOP-10 mundial onde alterações de poucos centésimos de segundo não terão peso suficiente a nível estatístico; ii) estratégias competitivas (visando a classificação, mais do que a marca) terão impedido uma melhoria cronométrica; iii) o teste protocolar de 7x200m poder não ser o mais indicado para nadadores especialistas, exclusivamente, em provas de 50 e 100 metros (Pyne et al., 2001).

Quadro 17. Dados (média e DP) do estudo de Anderson et al. (2006), para nadadores masculinos.

Nadadores Masculinos	
Máximo (7^a rep de 200m)	
Tempo 200m (seg)	120.9 (4.5)
FG (ciclos·min ⁻¹)	40.5 (2.2)
La (mmol·L ⁻¹)	10.5 (2.1)
FC (bpm)	182.9 (6.9)
Sub Máximo – fixos 4 mmol·L⁻¹ de La	
Tempo por 100m (seg)	65.2 (1.8)
FG (ciclos·min ⁻¹)	34.3 (2.9)
FC (bpm)	166 (7.0)

Para Rodriguez e Mader (2011), a avaliação metabólica é particularmente importante no processo de treino, havendo a referir:

- Uma grande percentagem do treino é dedicada ao desenvolvimento das capacidades metabólicas dos nadadores. O conhecimento das necessidades metabólicas das diferentes provas, em cada técnica, poderá ajudar os treinadores a desenvolver planos de preparação conducentes a claras melhorias das capacidades metabólicas.
- A avaliação metabólica permitirá identificar, especificamente, que capacidades metabólicas estão a ser melhoradas, mantidas ou pioradas, pelo processo de treino, assim como determinar qual será o perfil metabólico de cada nadador, em função das necessidades dos sistemas energéticos para cada distância e técnica.

Contudo, há que ter em conta o padrão cíclico de melhoria dos indicadores do treino e dos resultados desportivos, em função de uma planificação do processo de treino, factor determinante na concretização dos objetivos desportivos de alto rendimento (Pyne et al. (2001).

2. IMPLICAÇÃO DE FACTORES MECÂNICOS NO DESEMPENHO EM NPD

O ato de nadar, como a maioria dos outros métodos de locomoção, envolve uma intermitente aplicação de forças que dão origem ao movimento (Craig e Pendargast, 1979).

O desempenho em natação pode ser descrito como o resultado da transformação da potência metabólica, produzida pelos nadadores, em potência mecânica com uma dada eficiência energética (Toussaint & Hollander, 1994).

A concretização de melhorias cronométricas na NPD pode ser conseguida através de superiores adaptações fisiológicas ou do aperfeiçoamento do potencial biomecânico. A densidade da água é de $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, valor este muitíssimo superior à densidade do ar ($0,00129 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), correspondendo a um valor de arrasto claramente mais elevado, implicando que a NPD seja uma modalidade dependente, em larga medida, da capacidade técnica (Capulo et al., 2000).

Assim, o processo de deslocação do ser humano na água é, numa perspetiva mecânica (ou biomecânica), muitíssimo mais complexo comparativamente com a sua locomoção em terra. Miserocchi et al. (1990, citados por Billat, 1996) revelaram que o meio aquático apresenta constrangimentos biomecânicos que explicarão um declive inferior na curva da velocidade/tempo. Por sua vez, na NPD um incremento da acumulação de lactato tem lugar a uma velocidade muito próxima da Máxima Velocidade Aeróbia (MVA), o que é distinto da situação de corrida; isto significa que os nadadores perdem menos velocidade à medida que o tempo de prova aumenta. Inversamente, tal reflete-se na dificuldade que os nadadores têm em concretizar velocidades elevadas mesmo em distâncias curtas, resultado de um arrasto aquático muitíssimo superior à resistência do ar (Billat, 1996).

O domínio do comportamento da mecânica do nado e a sua relação com a velocidade é um dos principais pontos de interesse da investigação em biomecânica da NPD. Aumentos ou diminuições da velocidade (V) são consequência de incrementos ou reduções da FG – número de ciclos realizado por unidade de tempo, $\text{c}\cdot\text{min}^{-1}$ ou em Hertz – e da DC – distância horizontal percorrida pelo corpo durante um ciclo gestual (Billat, 1996).

A técnica de nado desempenha um papel importante na variação do custo energético, bem como na qualidade da prestação competitiva em NPD. Os valores da FG serão um indicador mais poderoso que a DC, sendo mais determinantes da variabilidade do desempenho na natação (Chatard, Collomp, Maglischo e Maglischo, 1990; Huot-Marchand, Nesi, Sidney, Alberty & Pelayo, 2005). Num estudo de Anderson et al. (2006), a média da FG

aumenta substancialmente do início até o período intermédio do macrociclo, existindo um ligeiro decréscimo durante o taper. Contudo, num estudo de Schnitzler, Ernwein e Cholet (2007), que comparou nadadores de bom nível com praticantes lúdicos, no sexo masculino, foi na DC que se verificaram diferenças entre os grupos, enquanto no sexo feminino as diferenças foram encontradas quer na DC, quer na FG.

Num estudo de Dekerle et al. (2002) é apresentado o conceito de FG Crítica (FGC) definido como a FG mais elevada que um nadador consegue manter durante um tempo prolongado indeterminado; ou, à imagem do definido para a VC, a FGC será encontrada pelo declive da reta de regressão traçada em função da relação FG/tempo. Neste estudo, verificou-se uma correlação entre a FG determinada no teste T-30 e a FGC encontrada em função das distâncias de 200 e 400m; no entanto os valores não são coincidentes, existindo um valor 3.9% superior no caso da FGC.

O conceito de FGC foi recuperado por Franken, Diefenthaeler, Moré, Silveira e Castro (2013), num estudo com uma amostra de 10 nadadores masculinos de nível nacional, onde o valor médio da VC foi de $1.25 (0.03) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, para um valor médio da FGC de $32.25 (5.91) \text{ c} \cdot \text{min}^{-1}$, foi comparado o valor da FGC com os valores da FG a 90, 95, 100, 103 e 105% da VC, tendo-se verificado uma semelhança entre os valores da FGC e da FG a intensidades de 95, 100 e 103% da VC. Estes autores concluem que a combinação dos conceitos de VC e FGC podem ser vantajosos no desenvolvimento concomitante da capacidade aeróbia/técnica e potência, tendo como foco a redução da FG (com um aumento da DC), à intensidade da VC ou aumentar a velocidade de nadado mantendo o valor da FGC.

Amplamente utilizado na investigação da NPD tem sido o conceito de Índice de Nado (IN) introduzido por Costil, Kovaleski, Porter, Kirwan, Fielding e King (1985), que tem como objetivo central determinar a habilidade técnica de cada nadador. Para a sua determinação importa, antecipadamente, definir a velocidade de nado, a qual, segundo Craig e Pendergast (1979), é o produto da FG com a DC:

$$V = FG \cdot DC \quad (5)$$

O IN pode ser determinado através da equação:

$$IN = V \cdot DC \quad (6),$$

contudo, quando a DC não é definida por análise cinemática direta implica a sua determinação através da equação:

$$DC = V \cdot FG^{-1} \quad (7),$$

no entanto, caso a V seja determinada através do valor médio ($m \cdot \text{seg}^{-1}$) do tempo total registado, esta estará sobrestimada em $\approx 5\%$, por força da realização das viragens (Craig, Skehan, Pawelczyk, Boomer, 1985); contudo, para efeitos de comparação intra e entre grupos, estes desvios não terão uma influência significativa (East, 1970, citado por Caputo et al., 2000).

Logo, para a determinação do IN, será mais coerente aplicar-se a seguinte equação:

$$IN = V^2 \cdot FG^{-1} \quad (8)$$

O IN é uma estratégia de fácil operacionalidade para o controlo técnico de cada nadador assumindo que quanto mais elevado for o IN mais eficiente será a técnica utilizada (Caputo et al., 2000).

Tal foi comprovado num estudo de Costa, Bragada, Mejias, Louro, Barbosa et al. (2012b) que comparou nadadores de nível internacional com nadadores de nível nacional, especialistas em 200 Livres, onde os valores mais elevados de IN, para uma velocidade correspondente a um La de $4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (V_4), foram respetivamente: $4.22 (0.21)$ e $3.88 (0.22) \text{ m}^2 \cdot \text{c}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, cujas diferenças se aproximaram de uma significância estatística; estes autores defendem que o IN a V_4 poderá ser utilizado como um indicador da variação da prestação ao longo de uma época desportiva.

Um estudo de Sanchez e Arellano (2002), realizado com base em dados dos 1º campeonatos do mundo de piscina curta e dos campeonatos de Espanha em piscina curta do mesmo ano, concluiu: a) o IN é superior nos nadadores de melhor nível; b) à medida que a distância de prova aumenta, o IN diminuiu, exceto na técnica de costas.

Contudo, a análise da velocidade não se resume à FG, DC e IN, o desenvolvimento de modelos biomecânicos vem permitindo clarificar as relações existentes entre várias variáveis – cinemáticas e energéticas – e contribuir para a promoção da avaliação técnica, cuja informação subsequente se tornará relevante para treinadores e atletas (Barbosa, Bragada, Reis, Marinho, Carvalho & Silva, 2010).

Segundo Barbosa, Fernandes, Keskinen e Vilas-Boas (2008) apenas uma parte da potência metabólica consegue ser utilizada no deslocamento do centro de massa dos nadadores. Uma fração da totalidade do trabalho mecânico tem de ser aplicado na aceleração e desaceleração dos segmentos relativamente ao centro de massa, enquanto a outra fração é dissipada na aceleração da água para trás (não sendo produtiva para a propulsão).

Para Zamparo (2006), na locomoção aquática a eficiência geral (η_o) pode ser calculada através da proporção da totalidade do trabalho mecânico (W_{tot}) pelo custo energético do nado(C):

$$\eta_o = \frac{W_{tot}}{C} \quad (9)$$

onde W_{tot} representa a totalidade do trabalho mecânico e η_o a eficiência geral.

Toussaint e Beek (1992) consideram que parte do trabalho mecânico que o nadador realiza durante a braçada é dissipado no movimento da água, sendo apenas utilizada uma parcela deste trabalho para superar a resistência oferecida ao deslocamento do corpo. A diferença entre a potência para superar o arrasto e a potência total produzida, é definida como Eficiência Propulsiva (η_p), pode – segundo Toussaint, Hollander, Groot, Schenau, Schreus et al. (1988), citando Groot e Schenau (1987), e Toussaint et al. (1983) – ser representada na equação:

$$\eta_p = P_d/P_o = P_d/(P_d+P_k) \quad (10)$$

Onde P_o é a potência mecânica total, P_d corresponde à potência para superar D e P_k será a potência utilizada na troca de energia cinética.

Logo, a Eficiência Propulsiva (η_p) é um conceito importante na avaliação da técnica, e pode ser encontrada através da equação:

$$\eta_p = \frac{W_d}{W_{tot}} \quad (11)$$

onde W_d corresponde ao trabalho mecânico para superar o arrasto.

Segundo Zamparo (2006), as equações (9) e (11) podem ser combinadas, para determinação do custo energético, na equação:

$$C = \frac{W_{tot}}{\eta_p} \cdot \eta_o^{-1} \quad (12)$$

Importa recordar que o sucesso de um nadador está na capacidade de gerar força propulsiva, concomitantemente com uma redução do arrasto (Toussaint & Beek, 1992). Assim, a habilidade técnica do nadador – correspondente à η_p e à capacidade de superar o arrasto (D) – e a η_o , afetam substancialmente C a uma dada velocidade.

A este propósito Toussaint e Hollander (1994) demonstraram que um aumento de 10% na η_p resulta numa redução do tempo despendido para percorrer distâncias curtas ou longas, o que reflete ganhos superiores aos verificados através de melhorias fisiológicas de 10% das potências aeróbia e anaeróbia.

Importa, pois, determinar a η_p com maior facilidade operacional; para esse efeito Zamparo, Pendergast, Mollendorf, Termin Minetti (2005) acreditam que, sobretudo em crol, existe uma relação significativa entre FG e η_p e que se pode traduzir na equação (13) (Hollander, De Groot, Schenau, Toussaint, ..., e Schreurs, 1986):

$$\eta_p = \left(\frac{v \cdot 0.9}{2\pi \cdot FG \cdot l} \right) \cdot \frac{2}{\pi} \quad (13)$$

onde “l” corresponde ao comprimento do membro superior (MS) e 0.9 à contribuição dos MS (em crol) para a propulsão total, onde os braços são responsáveis por mais de 85% da propulsão (Bucker, 1975, e Faulkner, 1986, citados por Hollander, Groot, Schenau, Kahman & Toussaint, 1988; Watkins & Gordon, 1983).

A equação (13) estima a eficiência de Froude, cuja diferença para equação η_p (11) decorre de a primeira não considerar o efeito do trabalho mecânico interno, no trabalho mecânico total produzido. Contudo, em face da amplitude de velocidades obtidas pelos nadadores, o trabalho mecânico interno pode ser negligenciado (Zamparo et al., 2005).

Aparentemente, na atualidade, os nadadores à velocidade máxima apresentam valores de velocidade, FG e DC ligeiramente superiores a outras épocas – por exemplo quando comparamos os valores de Craig et al. (1985) com os de Hellard, Dekerle, Avalos, Caudal, Knopp & Hausswirth (2008); pode-se assim especular que algumas das melhorias dos resultados desportivos, nas últimas décadas, se ficaram a dever a aspetos de índole técnico (Barbosa et al., 2008). Contudo, esta ideia carecerá de informação suplementar, nomeadamente de cariz antropométrico, a qual permitiria elucidar eventuais relações existentes entre a estrutura física e fatores biomecânicos, fisiológicos e genéticos (Mazza, Ackland, Bach & Cosito, 1994; Zamparo, Antonutto, Capelli, Francescato e Pendergast, 1996).

Barbosa et al. (2008) verificaram uma relação entre FG e C, identificando-se um aumento de ambos com o aumento da velocidade, nomeadamente em crol. Acrescente-se que o aumento da velocidade provoca um aumento de C, uma vez que o nadador é sujeito a elevadas forças frenadoras, denominadas arrasto (D). Na natação, este D será o factor determinante de C (Pendergast, Capelli, Craig, di Pramperi, Zamparo, et al., 2006). A uma V constante o nadador fica submetido a um D como representado por Toussaint, et al. (2004) na equação:

$$D = K \cdot v^2 \quad (14)$$

onde K é um factor de arrasto (que inclui outras variáveis da mecânica dos fluidos). Considerando que o D depende da V^2 e o arrasto propulsivo (P_d) da V^3 , nadar a velocidades superiores dependerá da habilidade para: i) reduzir D; ii) produzir elevadas forças propulsivas; iii) minimizar a perda de potência nas ações propulsivas (Barbosa et al, 2008). Provavelmente, D é tão ou mais importante que a eficiência para o resultado em natação, o que implicará mais investigação neste âmbito. Os autores suprarreferidos concluem que a manipulação das variáveis mecânicas do nado serão um dos factores capazes de alterar C na NPD.

Existe uma relação significativa entre a seção transversal máxima e o arrasto ativo ($r=0.87$). Contudo, ela pode ser diminuída através de um alongamento de todo o membro superior, no deslize, o que também resultará numa diminuição do arrasto de onda (Larsen et al, 1981; citados por Toussaint & Beek, 1992).

Verifica-se, também uma relação entre o comprimento do nadador e o arrasto de onda, cuja explicação será encontrada no número de Froude (F_r), que é calculado na equação:

$$F_r = v / \sqrt{(g \cdot L)} \quad (15)$$

onde g corresponde à gravidade ($9.81 \text{ m} \cdot \text{seg}^{-2}$), e L à altura do nadador. Isto implica que uma redução de F_r diminuirá o arrasto de onda. Assim, quando a criança cresce em altura (de 1.52 para 1.69) resulta de uma diminuição de F_r (de 0.324 para 0.308, a uma v de $1.25 \text{ m} \cdot \text{seg}^{-1}$) e, consequentemente, no decréscimo do arrasto de onda produzido.

Durante o processo de crescimento têm lugar um conjunto de processos que alteram os valores do arrasto em distintas direções, tais como: altura, forma corporal e seção transversal do corpo. Por outro lado, tudo indica que uma melhoria da técnica provocará uma diminuição dos valores do arrasto, comprovada num estudo de Toussaint (1990) em que foram comparados nadadores e triatletas. Os nadadores apresentam padrões de deslocamento dos

segmentos mais simétricos que os triatletas, o que é garante de uma posição mais estável do corpo, logo um menor coeficiente de arrasto.

Podemos assim afirmar que, em treino (e em competição), será prioritário dar ênfase à manutenção de uma técnica otimizada, mesmo em situação de fadiga instalada (Toussaint & Beek, 1992).

O quadro 18 apresenta um resumo de alguns estudos realizados no âmbito da avaliação biomecânica, em conformidade com as variáveis analisadas na presente dissertação, com os quadros 19, 20 e 21 a servirem-lhe de complemento.

Quadro 18. Resumo de estudos - Avaliação de parâmetros biomecânicos em NPD.

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Resultados & Conclusões
Capulo, F; Lucas, R.; Greco, C. & Denadai, B. (2000)	T	Caracterizar FG, DC e IN nas distâncias de 50, 100, 200 e 400m Livres, com os mesmos nadadores	12 nadadores e 4 triatletas (dos 14 aos 28 anos), com mínimo de 2 anos de experiência competitiva.	Testes máximos de livres: 50, 100, 200 e 400m; realizados aleatoriamente, em 2 dias, com recuperações completas – determinação de: V, FG, DC e IN. ANOVA one-way + teste Tuckey.	V ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) com diferenças entre todas as distâncias: 50m – 1,81 (0,14); 100m – 1,65 (0,13); 200m – 1,50 (0,13); 400m – 1,38 (0,11). FG com diferenças entre todas as distâncias: 50m – 57,41 (4,4); 100m – 49,09 (4,2); 200m – 41,47 (3,7); 400m – 36,15 (4,1). IN não se verificaram quaisquer diferenças: max de 3,47 (0,6) nos 50 L e min de 3,23 (0,5) nos 400 L.
Zamparo, P.; Pendergast, D.; Mollendorf, J.; Termin, A.; Minetti, A.; (2005)	T	Determinar o trabalho necessário para ultrapassar D (W_d). Desenvolvimento de um novo método para determinar o trabalho interno (W_{int}), baseado na análise cinemática tridimensional. Reanalisar o modelo simples para calcular Πp da braçada. Determinar a importância das pernas na propulsão.	6 nadadores (sexo não identificado) universitários de elite (20 ± 1.3 anos, 179 ± 8 cm, 71.1 ± 7.9 kg)	Teste progressivo em piscina “anelar” para determinação de: a) VO_2 ; b) C; c) W_d ; d) Πp ; e) Ângulo máx flexão do cotovelo na fase propulsiva; f) FG Estatística – T-Students	Valores de, respetivamente FG e Πp , para a V ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$): 1.0 - 22.8 / 0.47 1.1 – 26.4 / 0.44 1.2 - 27.6 / 0.46 1.3 - 32.4 / 0.42 1.4 – 33.0 / 0.45 Batimento de pernas aumenta em 10% a V num sprint de 25m. Apesar da simplicidade do modelo para determinar Πp , baseado na 3ª lei de Newton, os valores encontrados são comparáveis aos da literatura existente, onde se utilizaram modelos mais complexos.
Zamparo, P. (2006)	T	Determinar a importância dos factores antropométricos e das habilidades técnicas na Πp , por sexo e idade.	63 praticantes – 32 masc e 31 fem – com nível técnico avaliado como médio ou bom, pelos próprios treinadores. 6 grupos por sexo com idades médias entre os 10 e os 60 anos em masc, e os 9 e os 50 anos em fem.	3 a 4 x 50m progressivos. Determinação do tempo, FG e calculo da DC. Filmagem subaquática frontal para determinação do ângulo flexão máxima do cotovelo.	Valores mínimos de Πp : masc-54 – $0,25\pm 0.04$, fem-45 - $0,25\pm 0.04$. Valores máx. de Πp : masc-16 - $0,40\pm 0.04$, fem-23 - $0,38\pm 0.04$. Aumento da Πp em adolescentes e adultos, resultante do desenvolvimento da força e potência muscular. Diferenças entre sexos de C são atribuídas às diferenças no arrasto hidrodinâmico. Quanto às idades, diferenças em C resultam de alterações em Πp .

Continua na página seguinte

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Resultados & Conclusões
Barbosa, T.; Fernandes, R.; Keskinen, K. e Vilas-Boas, J. (2008)	T	Analisar as relações entre C, V, FG e DC, nas 4 técnicas de nado.	18 nadadores de elite – 5 fem + 13 masc.. (18.4±1.8 anos, 175.3±5.6 cm, 67.8±7.7 kg, sem distinção por sexo)	nx200 progressivos c/d 0.05m·seg ⁻¹ p=30” (n≤8); com recolha de gases, La, V, FG, DC. Determinação de $\dot{E}_{tot} = VO_{2net} + 2.7 \cdot [La]_{net}$. Regressões lineares e polinomiais (2º e 3º) entre C e variáveis biomecânicas foram calculadas e comparadas.	Aumentos de V associados a FG e DC foram significativos. Aumentos da FG resultaram num incremento de C durante o protocolo. A maiores valores de DC correspondem C inferiores. Aumentos da V provocam um aumento de C. Através da aprendizagem da manipulação de FG e DC, os nadadores poderão atingir cada velocidade com um C inferior.
Barbosa, T.; Lima, V; Mejias, E.; Costa, M.; Marinho, D.; Garrido, N.; Silva, A.; Bragada, J. (2009)	T	Estimar a η_p em não <i>experts</i> . Identificar factores biomecânicos e antropométricos associados à η_p . Identificar associação entre η_p e performance.	28 praticantes não <i>experts</i> – 15 masc (13.54±2.4 anos) e 13 fem. (12.54±2.9 anos). Mínimo 2 anos de prática e uma frequência semanal de 2 sessões.	Repetições máximas de 50, 100, 200 e 400 L (ordem aleatória, 1 por dia), com recolha de: v, FG (DC por calculo) η_p foi calculada através da formula: $\eta_p = \left(\frac{v \cdot 0.9}{2\pi \cdot FG \cdot l} \right) \cdot \frac{2}{\pi}$ Dados antropométricos recolhidos.	η_p 20.56(10)% masc, e 20.51(10.41)% fem., sem diferenças entre sexos – inferior a amostras de níveis técnicos superiores. Relação positiva entre η_p e performance reforça a importância dos aspetos técnicos e do treino técnico. Existem melhorias do rendimento associadas à eficiência de nado.
Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., ... & Jürimäe, T. (2010)	T	Analisar as relações entre o rendimento de uma prova de 100m Livres com os parâmetros biomecânicos, antropométricos e fisiológicos, em nadadores masculinos adolescentes.	25 nadadores masc. – 15.2±1.9 anos; 5.6±1.5 anos de treino; 5.6±1.5 horas de treino semanais; 176±9 cm de altura; 63.3±10.9 kg de massa corporal e 182.8±11.5 cm de envergadura.	Teste máximo de 100m L, com recolha de: V, VO ₂ , La, FG, IN (calculado). Dados antropométricos recolhidos um dia depois.	V – 1.34 (0.14) m·s ⁻¹ ; FG – 40.2 (2.9) c·min ⁻¹ ; IN – 1.35 (0.24) m ² ·s ⁻¹ ·c ⁻¹ ; La – 6.58 (3.03) mmol·L ⁻¹ Factores biomecânicos (90.3%) explicam a maior parte da variabilidade numa prova de 100m L, seguidos pelos parâmetros antropométricos (45.8%) e pelos fisiológicos (45.2%).

Continua na página seguinte

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Resultados & Conclusões
Costa, M.; Bragada, J.; Mejias, J.; Louro, H. e Barbosa, T. (2012a)	T	Determinar qual o contributo que cada perfil – antropométrico, energético e biomecânico – no resultado em 200 L.	8 nadadores masc de nível nacional e internacional (21.8±3.4 anos, 180±7 cm, 74.8±6.4 kg)	Recolhas realizadas em período coincidente com Camp Nacionais de Verão (julho 2011). Avaliação antropométrica. 7x200 progressivos, com recolha de: velocidades, FG, La, Gases respiratórios (pós repetições). Determinação de: V4, La _{peak} , VO _{2peak} , vVO _{2max} , E _{tot} , C, DC, IN e $\dot{V}\dot{O}_2$. Teste Shapiro-Wilk, C.C. Spearman, Regressão Linear Simples e Múltipla.	Dados detalhados no quadro 19. Para o momento específico da época, V4 assumiu-se como a variável com maior capacidade preditiva do resultado em 200m, seguido pela vVO _{2max} . É expetável que V4 e vVO _{2max} possuam uma forte associação com o resultado em 200m, ao longo de toda a época desportiva. Dos parâmetros biomecânicos, apenas IN se correlacionou significativamente com o resultado aos 200m. Nenhum parâmetro antropométrico se relacionou significativamente com o resultado em 200m.
Costa, M.; Bragada, J.; Mejias, J.; Louro, H.; Marinho, D. e Barbosa, T. (2012b)	L	Determinar o efeito de vários meses de treino no perfil energético e no resultado competitivo, em nadadores de elite. Verificar a variabilidade das adaptações na periodização do treino intra e inter nadadores.	10 nadadores masc especialistas em 200 L (21±3.3 anos, 180±6 cm, 74.5±6.7 kg). 4 nadadores internacionais (NadInt) e 6 colocados no Top-20 de Portugal aos 200 L (NadNac).	3 momentos de avaliação: dezembro (TP ₁), março (TP ₂) e junho (TP ₃), em pré taper, e a uma distância nunca superior a 2 semanas da competição alvo de cada macrociclo. 7x200 progressivo, com recolha de: velocidades, FG, La, Gases respiratórios (pós repetições). Determinação de: V4, La _{peak} , VO _{2peak} , vVO _{2peak} e E _{tot} . Estatística: ANOVA, C.C. Spearman, T. Friedman, T. Wilcoxon.	Principais valores estão registados no quadro 20. Principais conclusões: - Existirá uma estabilidade no recrutamento energético; - Nos nadadores internacionais não se verificaram diferenças nos resultados desportivos e nas variáveis energéticas e biomecânicas após vários meses de treino. - Nos NadNac o IN a V4 melhorou significativamente de TP ₂ para TP ₃ . - Face à variabilidade inter individual verificada, os treinadores deverão optar por uma prescrição do treino individualizada.

Continua na página seguinte

Autores (ano)	Projeto pesquisa	Objetivos	Amostra	Metodologia	Resultados & Conclusões
Ferreira, M. (2014)	L	Determinar o perfil evolutivo de: a) resultados desportivos; b) Produção energética; c) fatores biomecânicos, ao longo de uma época desportiva em nadadores masters.	23 nadadores masters - 12 masc. (35 ± 7.5 anos, 175 ± 6 cm, 74.8 ± 7.7 kg) e 11 fem. (34.7 ± 7.3 anos, 133 ± 5 cm, 58.5 ± 5.4 kg). Pontuação FINA aos 200L 286 ± 121.7 pontos e 254.3 ± 110.8 pontos, respetivamente para masc e fem.	Testes infra realizados em 3 momentos da época desportiva: dezembro (TP ₁), março (TP ₂) e junho (TP ₃); onde também foram registadas as marcas em competição de 200 L. 5x200 L progressivos com recolha/análise de: a) Gases respiratórios (pós repetições); b) La; c) velocidade; d) FG e DC; e) Índice de Nado (IN); f) η_p Estatística: - Shapiro-Wilks - ANOVA/Bonferroni - Wilcoxon	Entre TP ₁ e TP ₂ e TP ₁ e TP ₃ , verificaram-se diferenças em: a) Velocidade ($\uparrow$): b) DC ($\uparrow$) c) FG ($\downarrow$) d) IN ($\uparrow$) e) η_p ($\uparrow$) Os resultados nos 200 L sofreram melhorias significativas. Verificou-se uma melhoria da técnica de nado ao longo da época. *- Dados detalhados no quadro 21.
Neiva, H., Marques, M., Barbosa, T., Izquierdo, M., Viana, J., Teixeira, A., & Marinho, D. (2015)	T	Comparar dois aquecimentos de treino para uma prova de 100m L, diferenciados na intensidade da série principal: V de competição (Vcomp) vs VC	13 nadadores masc. (17.15 ± 1.52 anos, 177 ± 7.0 cm, 64.80 ± 8.58 kg). Anos de treino: 8.20 ± 1.52 . Pontuação FINA aos 200L 567.85 ± 66.79 pontos	Dois aquecimentos diferenciados na série principal – Vcomp & VC – seguidos de teste max de 100m L separados por 48h. Recolha de variáveis fisiológicas e bioquímicas. Recolha de variáveis biomecânicas (BM), nos 100m L: FG, DC, IN e η_p	$V_{100m} = 1,73 \pm 0,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, em ambas situações. FG é inferior nos 1ºs 50m do aquecimento à VC: $52,8 \pm 3,6$ para $54 \pm 4,2$. Restantes variáveis BM, sem diferenças. Dados de Vcomp e VC respetivamente: FG 2ºs 50m: $45,6 \pm 3,6$; $46,2 \pm 3,6$. IN 1ºs 50m: $3,70 \pm 0,33$; $3,75 \pm 0,31$. IN 2ºs 50m: $3,56 \pm 0,25$; $3,54 \pm 0,25$. η_p 1ºs 50m: $33,51 \pm 2,68$; $34,11 \pm 2,35$. η_p 2ºs 50m: $35,82 \pm 2,89$; $35,63 \pm 3,16$.

Quadro 19. Valores do estudo de Costa et al. (2012a).

Variável	Média & DP	Correlação c/ resultado 200m
V4 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	1.45 (0.05)	-.75 (p=0.03)
vVO _{2max} ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	1.58 (0.05)	-.83 (p<0.01)
La _{pico} ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	12.71 (2.92)	.10 (p=0.82)
FG ($\text{cic}\cdot\text{min}^{-1}$)	40.2 (2.4)	.05 (p=0.91)
IN ($\text{m}^2\cdot\text{c}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)	4.37 (0.34)	-.76 (p=0.03)
η_p (%)	40.05 (2.57)	-.43 (p=0.29)

Quadro 20. Valores (média e DP) do estudo de Costa et al. (2012b).

	Resultados (seg) em 200m L	IN ($\text{m}^2\cdot\text{c}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) a V4	V4 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
NadInt – TP ₁	115.38 (4.33) °	4.12 (0.26)	
NadInt – TP ₂	115.85 (3.12) °	---	1.48 (0.30) #
NadInt – TP ₃	115.18 (3.16) ■	4.22 (0.21)	
NadNac – TP ₁	121.43 (2.46) °	3.75 (0.29)	
NadNac – TP ₂	121.25 (2.60) °	3.78 (0.26) *	1.42 (0.30) #
NadNac – TP ₃	121.41 (3.02) ■	3.88 (0.22) *	

°, °, ■, *, # - p<0.05

Quadro 21. Valores (média e DP) do estudo de Ferreira (2014).

	V ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	FG ($\text{c}\cdot\text{min}^{-1}$)	IN ($\text{m}^2\cdot\text{c}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)	η_p
TP1	1.08 (0.18)	35.4 (4.2)	2.08 (0.78)	0.32 (0.05)
TP2	1.11 (0.16)	33.6 (3.6)	2.23 (0.61)	0.35 (0.04)
TP3	1.11 (0.16)	33.6 (3.0)	2.24 (0.63)	0.35 (0.05)

p<.05, entre TP1 e TP2; e TP1 e TP3, em todas as variáveis

3. PERFIL DO NADADOR

O perfil cineantropométrico dos nadadores tem sido um dos modos mais consistentes para se entender a morfologia atlética em distintos níveis de prestação competitiva. A relação entre a estrutura física e fatores biomecânicos, fisiológicos e genéticos é particularmente importante na NPD, onde o desempenho é afetado pelo arrasto do fluido e pela flutuação, com repercussões no custo energético. O arrasto e a flutuação são influenciados por parâmetros absolutos como a dimensão corporal, assim como por parâmetros relativos como a composição corporal; comprimentos, larguras e perímetros dos segmentos corporais dos nadadores afetam as técnicas de nado, bem como o desenvolvimento da potência muscular, ou seja, influenciam os fatores biomecânicos associados à NPD (Mazza et al., 1994).

Fernandes, Barbosa e Vilas-Boas (2002) afirmam ser comumente aceite que a velocidade de nado é determinada pela conjugação de duas forças externas que atuam sobre o nadador: a força propulsiva, obtida através das ações segmentares do nadador, e a força de arrasto hidrodinâmico, oposta ao seu deslocamento.

O modelo teórico proposto por Grimston & Hay (1986, citado por Ackland, Mazza & Carter, 1994) demonstra que a morfologia dos nadadores influencia as componentes ascensional (*lift*) e de arrasto (*drag*), quer na criação de forças propulsivas, quer nas resistências hidrodinâmicas do fluido a serem superadas pelos nadadores. Será necessário encontrar um equilíbrio entre dimensões corporais e forma do corpo, para cada técnica, de modo a que os nadadores maximizem as ações propulsivas enquanto minimizam as resistências a vencer (Ackland et al., 1994).

Os nadadores altos e magros têm apresentado melhores resultados no deslize aquático. É notório que os nadadores apresentam uma estatura superior à média da população, o que sugere a altura como uma componente importante no resultado desportivo (Andrew et al, 1972; Faulkner, 1968; Marconnet et al, 1978; Nomura, 1983, citados por Toussaint & Beek, 1992; Fernandes et al, 2002). Tal facto é também defendido por Kjendlie & Stallman (2011) que recordam a influência do nº de Froude no arrasto de onda, o qual diminuiu em função do aumento em estatura, como já havia sido referido no sub-capítulo 2 da presente revisão bibliográfica.

Nadadores com resultados de top apresentam superfícies palmares e antebraços significativamente mais largos (Grimston & Hay, 1986; Mazza et al. 1994).

Mazza et al. (1994) realizaram uma recolha de dados antropométricos de nadadores participantes em campeonatos do mundo, onde alguns resultados se encontram nos quadros 22 e 23.

Quadro 22. Características antropométricas de uma amostra global de 231 nadadores masculinos participantes nos Campeonatos do Mundo (CM) de 1991 (médias e desvio-padrão) – adaptado de Mazza et al. (1994).

Idade (anos)		21,3 (2,7)
Alturas (cm)	Estatura	183,8 (2,7)
	Altura sentado	96,5 (3,5)
Massa Corporal (kg)		78,4 (7,1)
Perímetros (cm)	Peitoral	103,2 (4,4)
	Braquial Rep	32,0 (1,7)
	Braquial Max	34,5 (1,8)
	Geminal	37,6 (1,8)
Comprimentos (cm)	Envergadura	192,6 (7,8)
	MS	84,6 (4,6)
	Mão	20,8 (1,0)
	Pé	27,4 (1,4)
Larguras (cm)	Mão	8,6 (0,5)
	TT	30,7 (1,7)
Diâmetros (cm)	TS	21,2 (1,6)
	Biacromial	42,5 (1,9)
	Bicristal	28,5 (1,5)
	BU	7,4 (0,4)
	BF	9,9 (0,5)

As diferenças verificadas nos vários especialistas de estilo livre (quadro 23) poderão estar relacionadas com as distintas necessidades de produção e utilização energética. Os nadadores velocistas (Vel) e meio fundistas (MF) têm, normalmente, membros superiores mais compridos e ombros mais largos, estando habilitados para elevadas produções musculares. Os nadadores fundistas (Fund) apresentam menores perímetros, na generalidade, o que aponta para uma menor aptidão física muscular, podendo incrementar a

economia de nado através de uma redução da amplitude gestual dos segmentos (Mazza et al. 1994). No entanto, Pelayo, Sidney, Kherif, Chollet e Tourny (1996), num estudo com 303 nadadores do sexo masculino, de nível nacional e internacional, especialistas em diferentes distâncias no estilo livre, não encontraram diferenças nas características antropométricas, entre especialistas das várias distâncias.

Quadro 23. Diferenças (ANOVA) das dimensões corporais em nadadores masculinos especialistas em Livres – adaptado de Mazza et al. (1994).

Variáveis	Tukey post hoc HSD				F	P
Estatura (cm)	179,6 * AA	183,1 Fund	185,2 MF	186,4 Vel	3,10	.030
Perímetro Braquial Max (cm)	32,9 * Fund	34,5 AA	34,5 MF	35,0 Vel	3,53	.020
Diâmetro Biacromial (cm)	41,1 * AA	41,8 Fund	42,6 MF	42,7 Vel	3,12	.030
Comprimento Mão (cm)	20,2 * AA	20,6 MF	20,8 Fund	21,1 Vel	3,67	.010
Comprimento Pé (cm)	26,3 AA	27,3 Fund	27,3 MF	27,6 * Vel	3,22	.020
Altura sentado (cm)	94,1 * AA	95,6 Fund	96,6 MF	97,6 # Vel	4,11	.010
Envergadura (cm)	186,6 * AA	193,2 Fund	193,4 MF	195,2 Vel	4,24	.010

Legenda: AA – Águas Abertas (25 km); Fund – Fundistas (1500 m); MF – Meio Fundistas (200 e 400 m); Vel – Velocistas (50 e 100 m)

Os nadadores de Top, especialistas em 200 e 400 metros Livres, apresentaram vários índices corporais significativamente mais elevados que os restantes participantes nessas provas nos CM de 1991 (quadro 24), podendo ser um fator discricionário na prestação competitiva no estilo Livre.

Quadro 24. Comparação (ANOVA) das dimensões corporais em nadadores masculinos especialistas em 200 e 400 Livres, entre os 12 primeiros (Top) e os restantes, nos CM de 1991; média e desvio-padrão – adaptado de Mazza et al. (1994).

Variáveis	Top (N = 17)	Restantes (N = 23)	F	p
Idade (anos)	22,0 (2,2)	20,2 (2,9)	5,39	.020
Massa Corporal (kg)	83,0 (5,7)	76,7 (7,6)	9,30	.005
Altura (cm)	188,7 (5,3)	183,6 (8,0)	5,68	.020
Perímetro Braquial Rep (cm)	33,1 (1,9)	31,6 (1,6)	9,49	.005
Perímetro Braquial Max (cm)	35,5 (1,7)	34,0 (1,7)	8,40	.005
Perímetro Peitoral	106,1 (3,4)	102,4 (4,8)	7,92	.005
Comprimento do Pé	28,1 (1,1)	27,2 (1,5)	4,44	.040

No quadro 25, estão apresentados dados de alguns estudos com nadadores masculinos, maioritariamente contemporâneos, relativamente a componentes antropométricas básicas.

Quadro 25. Caracterização antropométrica das amostras em estudos com nadadores nos últimos 20 anos.

Autores (ano)	Amostra	MC (kg)	Estatura (cm)	Envergadura (cm)
Pelayo, P.; Sidney, M.; Kherif, T.; Chollet D. e Tourny, C. (1996)	23 Nadadores – 22 (2,8) anos – especial. 200 L nível internacional	76,48 (3,17)	184,13 (4,14)	191,78 (5,11)
	24 Nadadores – 20,9 (2,5) anos – especial. 400 L nível internacional	74,63 (5,75)	182,75 (4,0)	189,21 (6,23)
Rama, L.; Cunha, P.; Cardoso, L. e Alves, F. (2004)	68 nadadores – 16 anos – Top-10 Portugal	63,07 (6,42)	173,8 (6,0)	178,8 (7,5)
	47 nadadoras – 15 anos – Top-10 Portugal	58,98 (8,1)	169 (6,9)	174 (6,7)
Prestes, J.; Leite, R.; Leite, G.; Donatto, F.; Urtado, C.; Neto, J. e Dourado, A. (2006)	20 nadadores – 16,90 (0,22) anos – Nível Reg./Nac. Brasil	73,62 (1,96)	180 (2)	187 (2)
	31 nadadores – 14,86 (0,20) anos – Nível Reg./Nac. Brasil	66,16 (1,66)	174 (1)	180 (2)
Rama, L (2009)	9 nadadores – 17,2 (1,26) anos – Nível nac./intern. Portugal	65,8 (6,8)	174,9 (5,8)	180,1 (7,5)
Dekerle, J.; Brickley, G.; Alberty, M. & Pelayo, P. (2010)	9 nadadores – 21,2 (2,6) anos – Melhor marca aos 400m, em piscina 25m, a 73,1 (3,4)% do Record Mundial	74,2 (7,0)	184 (6)	191 (8)

Continua na página seguinte

Autores (ano)	Amostra	MC (kg)	Estatura (cm)	Envergadura (cm)
Espada, M. e Alves, F. (2010)	18 nadadores masculinos – 17,1 (2,8) – nível nacional e internacional	65,8 (9,1)	177,6 (5,7)	---
Costa, M.; Bragada, J.; Mejias, J.; Louro, H.; Marinho, D; Silva, A. e Barbosa, T. (2012)	4 nadadores masc. – 20 (3,4) anos – nível internacional 6 nadadores masc. – 20 (3,25) anos – nível nacional	73.15 (10.13) 72.93 (6.34)	183 (0.08) 177 (0.05)	190 (0.09) 185 (0.04)
Reis, J.; Alves, F.; Bruno, P.; Vleck, V. & Millet, G. (2012)	14 nadadores masculinos – 20,5 (3,0) anos – nível nacional	75,4 (12,4)	180 (7,0)	---
Costa, M.; Bragada, J.; Mejias, J.; Louro, H.; Marinho, D; Silva, A. e Barbosa, T. (2013a)	9 Nadadores masculinos – 21,0 (3,3) anos – especialistas em 200 L com 1:55,03 (3,97 s)	74,49 (6,74)	180 (0,06)	186 (0,07)
Costa, M.; Bragada, J.; Marinho, D; Lopes, V.; Silva, A. e Barbosa, T. (2013b)	9 Nadadores masculinos – 20,0 (3,54) anos – especialistas em 200 L com 1:56,22 (4,99 s)	71.34 (8.78)	179 (0.07)	1.86 (0.07)

Fernandes et al. (2002) apresentam uma série de conclusões, relativamente ao perfil cineantropométrico dos nadadores, que importa referir:

- a) Os nadadores são mais altos e mais pesados que a população em geral;
- b) Os nadadores apresentam um elevado índice de envergadura/altura, explicitando valores elevados do diâmetro biacromial e do comprimento dos membros superiores;
- c) Verificou-se uma elevada razão entre os diâmetros biacromial e bicristal, traduzindo um fator decisivo na modalidade: a promoção de um coeficiente de arrasto inferior;
- d) Foram observados elevados valores de comprimento e superfície dos membros dos nadadores (afetando positivamente a sua capacidade propulsiva);
- e) Os nadadores de elite apresentam um somatótipo médio ectomesomorfo;
- f) Globalmente, os nadadores apresentam uma maior percentagem de massa gorda do que os outros desportistas, fator este que poderá beneficiá-los relativamente à sua flutuabilidade.

Relativamente a outro tipo de caracterização, nomeadamente bioenergético, importa citar Rodriguez e Mader (2003), para os quais as provas de meio fundo solicitam valores elevadíssimos de VO_{2max} (potência aeróbia máxima), assim como potência glicolítica moderada (400m) e elevada (200m). A taxa de ativação do sistema aeróbio é menor em provas de 400m do que nas de 100m (para uma constante velocidade média de 28s). Os nadadores de Top em provas de meio fundo são os que apresentam VO_{2max} mais elevado, com valores de $70-75 \text{ ml} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (60-65 nas mulheres) e uma grande massa corporal. Os valores de lactato situam-se nos $16-18 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (200m) e os $14-16 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (400m) (Rodriguez & Mader, 2003).

Num estudo com nadadores masculinos portugueses de nível nacional, os valores encontrados por Reis et al. (2012), para nadadores de meio fundo, foram inferiores – VO_{2max} $55,6 (6,4) \text{ ml} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ e La_{max} $10,4 (1,8) \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ – contudo, o nível dos nadadores justificará as diferenças existentes.

Segundo Rodriguez e Mader (2011), as provas de fundo são caracterizadas pela predominância da fonte aeróbia na produção energética. Estes nadadores apresentam valores de VO_{2max} muito elevados, em muitos casos superiores a $75 \text{ ml} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ nos homens e $65 \text{ ml} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ nas mulheres, e uma reduzida potência glicolítica. É necessário um equilíbrio metabólico, onde a oxidação do glicogénio muscular tem lugar com uma taxa de VO_2 com valores próximos dos máximos. Por sua vez, a glicólise é ativada atingindo um estado de equilíbrio com um nível mais elevado de lactato muscular. Os valores máximos de La sanguíneo encontrados, em fundistas, rondam os $8\text{-}12 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Rodriguez & Mader, 2011). Acumulações de La semelhantes foram encontrados por Vescovi, Falenchuk e Wewills (2010) no sexo feminino em provas de 800m, mas nos 1500m livres os valores da mesma amostra foram inferiores – média e desvio-padrão de $6,6 (1,6) \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

4. PERIODIZAÇÃO DO TREINO EM NPD

No âmbito da metodologia do treino, a primeira compilação de conceitos científicos (e empíricos) foi realizada por L. Matveyev, no ano de 1964, tornando-se reconhecidamente como o fundador da Teoria da Periodização do Treino. Na atualidade, a periodização do treino – entendida como “a subdivisão de um programa sazonal em períodos ou ciclos de treino mais reduzidos” – será uma importante e indispensável parcela da teoria do treino.

Quadro 26. Estrutura hierárquica e conteúdos dos ciclos na periodização (adaptado de Issurin, 2010, sintetizando Matveyev, 1964 e Harre, 1973)

Terminologia e duração	Conteúdos
Preparação Multianual – anos	Treino sistematizado a longo prazo, em ciclos de 2 ou 4 anos
Macro ciclo – meses	Ciclo de treino de longa duração (frequentemente anual) composto por períodos de: preparação, competição e transição
Mesociclo – semanas	Ciclo de duração média, composto por alguns microciclos
Microciclo – dias	Ciclo de curta duração, composto por alguns dias de treino, tradicionalmente 1 semana
Sessão – horas/minutos	Unidade de treino que é realizada individualmente ou em grupo

O processo de periodização referido no quadro 26, baseava-se na realização de um único ciclo de preparação em cada época desportiva, típica dos anos 60.

Com o investimento em infraestruturas desportivas e o progresso do fenómeno desportivo em geral, verificou-se um crescimento exponencial das competições em todas as modalidades. A necessidade de concretizar vários picos de forma, por época desportiva, entra em contradição com a periodização tradicional apresentada, cujas limitações se encontram no quadro 27 (Issurin, 2010).

Assim, a periodização baseada num simples ciclo anual tornou-se desajustada, tendo surgido a “periodização dupla”. Com o estabelecimento do profissionalismo generalizado dos atletas, nas várias modalidades, tem-se verificado uma nova revolução nos quadros competitivos que levou ao aparecimento da “periodização tripla”, reconhecida como uma adaptação à periodização original (Issurin, 2010; Platonov & Fessenko, 1994a).

Contudo, mesmo esta periodização tripla ainda não responderá às necessidades e tendências das modalidades desportivas de alto rendimento, onde os quadros competitivos nacionais e internacionais são particularmente densos e complexos. Esta nova fragmentação da época desportiva é considerada, pelos treinadores, especialmente benéfica para os nadadores velocistas, mas aparentemente prejudicial para os fundistas (Platonov & Fessenko, 1994a; Pyne et al., 2004).

Segundo Issurin (2010) podemos elencar como principais tendências atuais do desporto mundial de alto rendimento:

- O aumento do número de competições, e a importância exponenciada destes estímulos para o processo de preparação (carga).
- Forte motivação financeira para os atletas de Top.
- Cooperação estreita com troca de experiências entre treinadores de todo o mundo.
- Combate à utilização de fármacos ilegais (doping).
- Implementação de tecnologias avançadas no processo de controlo e monitorização do processo de treino fisiológico e biomecânico.
- Melhorias nos métodos de acompanhamento e intervenção médica.
- Construção de novos equipamentos e materiais para o treino e a competição.

Como consequência do exposto, surgem outros modelos de periodização, cuja estrutura está apresentada no quadro 28, e a respetiva representação gráfica na figura 7, que também inclui o modelo clássico de Matveyev.

Quadro 27. Principais limitações da periodização tradicional, para atletas de alto rendimento (adaptado de Issurin, 2010, citando Booth & Baldwin, 1996; Putman et al, 2004; Rennie et al, 2004; Irrcher et al, 2003; Bahr & Maehlum, 1986; Bangsbo et al, 1991; Issuin, 2008; Bell et al, 2000; Collins & MacPherson, 2007; Lidor et al, 2007; Platonov, 1997; Allerheiligen, 2003 e Bondarchuk, 2007).

Factor	Limitações
Necessidades energéticas	Insuficiente aporte energético para o cumprimento de distintos estímulos da carga de treino.
Adaptação celular	Consequências do processo de treino ao nível de: i) biogénese mitocondrial, ii) ressíntese das proteínas das miofibrilas, iii) ressíntese das enzimas anaeróbias, que pressupõe vias distintas de adaptação biológica.
Recuperação pós exercício	Como cada sistema fisiológico necessita de diferentes períodos de recuperação, os atletas não restauram as suas reservas com frequência.
Compatibilidade dos vários tipos de tarefas	Modalidades que combinam várias especialidades, interagem frequentemente e de forma negativa com a insuficiência energética, a complexidade da execução técnica e/ou a fadiga neuromuscular.
Concentração mental	Esforços exigentes e competições requerem elevados níveis de concentração mental, impossíveis de manter quando são solicitadas várias tarefas concomitantemente.
Estimulação conducente ao sucesso	O progresso da especificidade de cada modalidade, em atletas de alto rendimento, reclama uma grande diversidade de estímulos de treino que é impossível de concretizar, num processo de treino com demasiadas tarefas.
Atividade competitiva	Incapacidade para garantir vários picos de forma com resultados de sucesso, durante a totalidade do ciclo anual.

Contudo, a perspetiva de Issurin (2010) – periodização por blocos – é fortemente contestada por Kiely (2010) que a considera prematura e sem fundamento científico. Kiely (2010; citando estudos de McCarthy et al, 1995; Shaw et al, 2009) apresenta exemplos fundamentados onde a força e a resistência tiveram incrementos semelhantes, quer quando desenvolvidas de modo isolado (periodização por blocos), quer quando de modo concomitante (periodização clássica).

Quadro 28. Modelos de periodização do treino “contemporâneos”.

Autor	Denominação	Descrição
Tschiene, P. (1991) citado por Manso, J.; Valdivielso, M. & Caballero (1996)	Modelo de Alta Intensidade	• Dinâmica da carga altamente ondulatória; • Manutenção de intensidades elevadas – diferença de volume entre períodos não ultrapassa os 20%; • Predomínio da preparação específica para a competição; • Competição como modo de preparação específica e de manutenção da forma; • Pausas profiláticas no processo de treino, para recuperação das intensidades sempre elevadas.
Bondarchuk, AP. (1988), citado por Issurin, V. (2010)	Periodização por Blocos	Organização por Blocos de Mesociclos: Blocos de Desenvolvimento, Blocos Competitivos e Blocos de Recuperação/Restabelecimento.
Verkhoshansky, Y. (2004)	Modelo por Blocos	• Etapas do treino divididas em blocos – alternam-se blocos de grande volume de preparação específica, com blocos de reduzido volume, mas com cargas específicas muito intensas. • Adaptações às modalidades de resistência: - Bloco A – Centralização de exercícios específicos de força para desenvolvimento da resistência muscular local. Velocidades correspondentes ao LAN; - Bloco B – Velocidade da PA (VO₂máx), com volumes superiores; - Bloco C – Cargas de treino à(s) V(s) máximas (ou aproximadas) correspondentes a cada distância.
Navarro, F.; Gonzalez, J.; Gaspar, P. (2007)	Modelo Integrado	• Treino centrado num menor número de qualidades – abdica-se do treino concomitante de muitas qualidades; • O treino subsecutivo de acumulação, transformação e realização, traduzir-se-á na forma mais eficaz de garantir uma concentração superior das cargas de treino; • Maior alternância na orientação dos conteúdos de treino tornando a preparação mais motivante e atrativa; • Maior eficácia no controlo do treino – Mesociclos com menos objetivos.
Issurin, V. (2010)	Periodização por Blocos	Período de 6 a 10 semanas, composto por 3 Mesociclos: 1. Acumulação; 2. Transformação; 3. Realização.

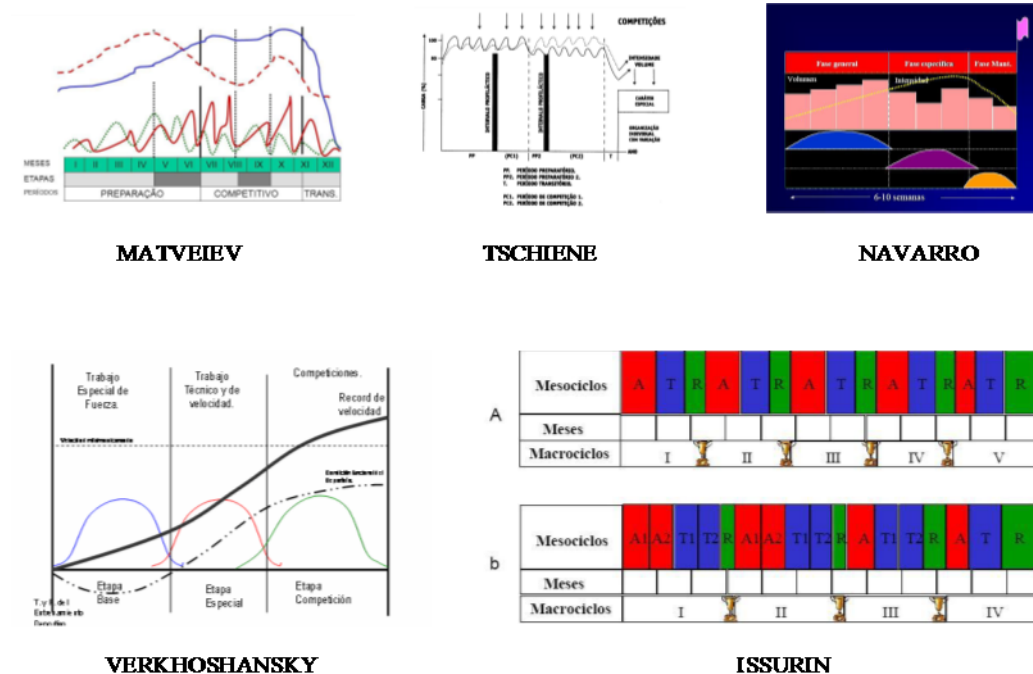


Figura 7. Representação gráfica dos modelos de periodização por autor.

Mais recentemente, Issurin (2016) apresenta duas versões de periodização por blocos: a) o Modelo de treino unidirecional (MTU) – que poderá ser considerado como a primeira inovação, ao modelo inicial, baseado num conceito de prescrição do treino altamente centrado no desenvolvimento predominante de uma componente física, em cada mesociclo;

b) Modelo de objetivos múltiplos (MOM) – baseada no desenvolvimento de várias componentes físicas, no mesmo mesociclo, num regime de compatibilidade entre estas.

O MTU foi testado em nadadores por Marinho (2008; citado por Issurin, 2016), com uma amostra de 3 nadadores, durante 18 semanas, compostas por 3 blocos (1º - força; 2º potência; 3º velocidade/técnica); dois dos nadadores apresentaram melhorias de 0.63% e 0.7%, na prestação em prova de 100m, enquanto o terceiro não apresentou melhorias. Neste estudo, onde o “n” da amostra se revelou reduzido e sem grupo de controlo, apesar dos ganhos significativos na força específica e na capacidade anaeróbia, as alterações na prestação não foram significativas. Assim, segundo Issurin (2016), o MTU não parece ser o mais adequado em modalidades como a natação, bem como outras como os desportos de combate ou as modalidades coletivas.

O Modelo de Treino Polarizado (MTP) vem sendo utilizado por algumas modalidades cíclicas onde a resistência desempenha um papel determinante. O MTP é definido como um método de treino onde 75% do volume total do treino é cumprido em intensidades baixas, abaixo do 1º limiar ventilatório ou com uma concentração de La inferior aos $2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Entre 10-15% do volume total é realizado a intensidades muito elevadas, superiores ao EEML ($> 4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de La) ou acima do 2º limiar ventilatório (Laursen, 2010; Seiler, 2010). Contudo, este modelo não apresenta variações sensíveis de estrutura do microciclo ao longo da época, nem vem sendo utilizado na NPD – onde não se conhecem estudos sobre esta temática – embora possa vir a ser utilizado, nomeadamente no treino de águas abertas.

A perspetiva manifestada por Kiely (2010) justificará a preferência por modelos de periodização propostos por investigadores e treinadores de referência, no âmbito da natação, que passamos a desenvolver.

Maglischo (2003) apresenta vários modelos de periodização, em função do nível e da especialidade do nadador; contudo, alguns conceitos são definidos de modo díspar, particularmente o termo “Macro ciclo” é definido como o período de maior duração de uma época, mas também é apresentado com uma duração de 4(?) a 12 semanas e como período de preparação: 1) geral – 4 a 12 semanas; 2) específico – 4 a 8 semanas; 3) Competitivo – 4 a 6 semanas; 4) Taper – 2 a 4 semanas e de interrupção – 1 a 2 semanas. Posteriormente, os aludidos períodos passam a ser referidos como “Mesociclos”, o que nos parece mais apropriado face à terminologia apresentada pela grande maioria dos autores.

No âmbito de especialidades iguais ou superiores a 200m, Maglischo (2003) destaca os modelos de tripla e tetra periodização anual, suportados em cargas predominantemente aeróbias – 70 a 80% do volume total. Os volumes máximos dos microciclos são encontrados no macrociclo terminal da época desportiva, com um aumento de 5 a 10% relativamente aos anteriores.

Sweetenham e Atkinson (2003) focalizam a sua abordagem no “Macro ciclo”, onde propõem modelos de 24, 15 e 12 semanas de duração. Assim, a época de treino não é verdadeiramente analisada como um todo, mas como um eventual somatório de macrociclos – 2 ou 3 – sem que seja apresentada uma relação entre estes. Segundo os mesmos autores, os macrociclos de 24 semanas podem ser compostos por 4 ou 7 mesociclos, enquanto nos de 15 semanas o número de mesociclos varia entre 4 e 6. Globalmente, os macrociclos apresentam uma estrutura de periodização clássica. Porém, para velocistas, com mais de 10 anos de treino, estes autores propõem o modelo de ‘Reverse Periodization’ (Periodização Inversa), introduzido por King (2000), baseado em volumes mais reduzidos e intensidades

mais elevadas que, no entanto, é desaconselhado para nadadores especialistas em distâncias iguais ou superiores a 200m.

Sterkel (2001) apresenta um modelo de periodização dupla, com início na última semana de agosto, onde o primeiro macrociclo apresenta uma competição de alguma importância em finais de novembro, mas para a qual não é realizado um taper. Este autor apresenta um modelo geral, sem especificar eventuais alterações correspondentes às diferentes especialidades (distâncias e técnicas), composto por 4 fases: 1) Resistência geral; 2) Desenvolvimento anaeróbio; 3) Preparação específica para competição; 4) Fase de competição.

Uma periodização dupla é também descrita por Olbrecht (2000), onde cada macrociclo é composto por: 1. Período de Treino de Base (1.1. Mesociclo I – Desenvolvimento da condição geral; 1.2. Mesociclo II – Desenvolvimento das habilidades específicas básicas; 1.3. Mesociclo III – Desenvolvimento das habilidades específicas para a competição); 2. Período de Treino para a Competição (1 ou 2 mesociclos); 3. Período de Transição (2 a 4 semanas).

Curiosamente, apesar das críticas gerais aos modelos clássicos de periodização, estes autores, especialistas em natação, ainda preconizam modelos adaptados dos autores pioneiros: Matveyev e Harre em 1973. Relativamente ao treino de atletas de resistência em várias modalidades (remo, ski de fundo, canoagem, atletismo, triatlo, ...) Seiler e Tonnessen (2009) concluem que a grande polarização do treino tem permitido uma melhor gestão das intensidades por parte dos atletas com maiores sucessos – realização de intensidades muito elevadas no designado “treino intenso” e de cargas fáceis ou muito fáceis no “treino pouco intenso”. Esta polarização permitirá evitar situações de sobre-treino.

Num estudo com 24 treinadores neozelandeses, a elaboração da periodização regeu-se pelos princípios dos modelos clássicos conforme pode ser comprovado no quadro 29. Este estudo concluiu que, sazonalmente, a periodização do treino caracterizou-se por aplicação de regimes de treino não específicos, no início de cada época, e por um regime de treino mais específico, à medida que se aproximava a competição principal (Stewart & Hopkins, 2000).

Quadro 29. Duração de cada fase de treino e número de sessões por semana (média e desvio-padrão) (Adaptado de Stewart & Hopkins, 2000).

	Construção	Especialização	Taper	Pós Competição
Velocistas				
Duração (semanas)	12.1 (3.8)	7.0 (3.9)	3.8 (2.2)	3.1 (1.9)
Sessões/semana	6.8 (1.9)	7.3 (1.9)	6.6 (2.0)	5.0 (1.0)
Meio-fundistas				
Duração (semanas)	12.4 (4.5)	7.7 (4.3)	2.7 (1.4)	2.8 (1.9)
Sessões/semana	7.8 (2.0)	8.1 (1.7)	7.3 (2.0)	5.0 (1.2)

A este respeito Kiely (2010) considera que haverá uma limitação universal, comum à periodização tradicional e à de blocos, que se traduz na suposição paradoxal que o futuro do treino – de um sistema biológico inerentemente imprevisível e complexo – pode ser efetivamente pré-planeado, usando uma lógica enraizada em pressupostos mecânicos e regras generalizadas, e conclui: os sistemas de treino não deverão estar associados a uma única ideologia de periodização, mas deveriam facilitar o aparecimento de sistemas de treino adequados, orientados para dar resposta a três ordens de fatores: objetivos, prontidão e respostas ao treino. A análise dos dados pode facilitar uma recalibração e modulação do treino, para compensar retrocessos resultantes de processos repetidos exaustivamente – o futuro passará pela implementação de *sistemas de treino orgânicos* que tem sido inibida pela ausência/indisponibilidade de instrumentos de monitorização adequados, no entanto, esta circunstância pode vir a ser rapidamente alterada.

Contudo, há que ter em conta o padrão cíclico de melhoria dos indicadores do treino e dos resultados desportivos, em função de uma planificação do processo de treino, fator determinante na concretização dos objetivos desportivos de alto rendimento (Pyne et al., 2001).

Capítulo 2 – OBJETIVOS

São diminutos os estudos recorrendo a marcadores fisiológicos, cinemáticos e preceptivos realizados com nadadores de nível competitivo elevado, avaliando distintas tarefas de treino, prescritas em função dos objetivos definidos pelos treinadores. Esta situação resultará, em grande medida, pela dificuldade em persuadir atletas e respetivos treinadores, para alterarem os seus programas de treino, permitindo responder a propostas pautadas pela exigência da monitorização científica (Laursen & Jenkins, 2002).

Assumem-se como objetivos do presente trabalho os seguintes:

- Definição das estratégias mais frequentes, utilizadas por treinadores portugueses de nível nacional e internacional, objetivando o desenvolvimento da capacidade e potência aeróbia dos nadadores, identificando os métodos de controlo da carga, bem como as tarefas mais utilizadas, para incidência nas zonas de intensidade do treino aeróbio correspondentes a aeróbio lipídico (A1), aeróbio glicolítico (A2) e potência aeróbia (PA).
- Comparar a intensidade determinada através de protocolo de avaliação específico com as normalmente prescritas pelos treinadores. Adicionalmente é objetivo deste estudo avaliar como são interpretadas tarefas de treino tipificadas para as zonas de treino A1 e A2 por nadadores de nível internacional e nacional. Importa, ainda, comparar os parâmetros bioenergéticos (lactatemia e frequência cardíaca), biomecânicos (frequência gestual e índice de nado) e psicológicos (perceção do esforço), encontrados em situação protocolar e no cumprimento em situação de treino, das tarefas tipificadas.
- Determinar e comparar o efeito de dois tipos de treino intervalado diferenciados – Séries Progressivas versus Séries Exatas – aplicadas em quatro microciclos do período preparatório do 1º macrociclo da época, nas zonas de intensidade predominantemente aeróbias: A1, A2 e PA, em nadadores de nível internacional e nacional. Foram avaliados os seguintes parâmetros: Cronométricos (velocidade), Bioenergéticos (lactatemia e frequência cardíaca), Biomecânicos (frequência gestual, índice de nado e eficiência propulsiva) e Psicológicos (perceção do esforço), encontrados em situação protocolar.

Capítulo 3 – ESTUDOS EXPERIMENTAIS

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do resultado desportivo resulta de um conjunto alargado de fatores, de importância variável em função do nível dos praticantes, mas onde controlo e avaliação do processo é mais frequente, à medida que o nível de desempenho vai aumentando.

O conhecimento científico relativo à natureza do treino mais efetivo na otimização do rendimento, não está fechado; neste particular, na manipulação dos estímulos de treino que provocarão o deslocamento para a direita da curva da lactato/velocidade, o que constitui um dos critérios chave da essência do treino aeróbio. A exploração do efeito de distintas combinações da carga de treino: volume, intensidade e frequência, nos resultados desportivos continua a ser uma área para investigações (Jones & Carter, 2000), acrescendo-se o facto do processo de adaptação, a um mesmo estímulo, poder ser altamente diferenciado entre atletas de nível desportivo semelhante (Borresen & Lambert, 2009; Hellard et al., 2005).

Apesar de muitos estudos sobre o treino da resistência terem demonstrado um efeito de incremento temporal do VO_{2max} , o volume e a intensidade ótimos para a melhoria deste parâmetro não estão totalmente esclarecidos (Jones & Carter, 2000; Maglischo, 2003).

Assim, o paradigma da identificação do melhor método, cuja carga mínima de treino, produz alterações positivas no perfil da curva de lactato, continuará sem resposta. A mesma incerteza verifica-se ao nível do volume ideal para provocar alterações celulares importantes – 60 vs 120 min a 70% VO_{2max} . Deste modo, encontrar-nos-emos ainda distantes de obter respostas concretas a este nível do processo adaptativo (Seiler & Tonnessen, 2009).

Os estudos realizados na presente tese, visam dar resposta a algumas destas preocupações, eminentemente operacionais, do processo de treino aeróbio em NPD.

Para uma análise facilitada, no sub-capítulo “Metodologia, Instrumentação e Procedimentos”, foi realizada uma divisão em função dos estudos realizados, tentando evitar repetições na descrição dos processos adotados.

2. METODOLOGIA, INSTRUMENTAÇÃO E PROCEDIMENTOS

2.1. Estudo 1

Procedimentos

Foi enviado um questionário *on-line* dirigido à comunidade dos treinadores registados na FPN, com atletas de nível nacional e internacional, operacionalizado do seguinte modo:

- 1) Ensaio na formulação dos itens do questionário.
- 2) Aplicação a uma amostra reduzida de treinadores de reconhecido mérito e treinadores de menor experiência – com possibilidade de apresentação de novas propostas – para validação do questionário.
- 3) Aplicação em formato *on-line* ao universo de treinadores filiados na FPN que enquadram nadadores juniores e seniores de nível nacional e internacional, com absoluta garantia de anonimato – contactos fornecidos pela FPN.

Do questionário final (anexo 1) constavam de 4 grupos de questões fechadas onde, para cada questão, cada treinador poderia selecionar um máximo de 3 respostas, que correspondessem às suas metodologias favoritas.

As questões definidas foram as seguintes:

- Grupo I – Indique os métodos de controlo da carga aeróbia (máximo de **3**) que utiliza na operacionalização do processo de treino.
- Grupo II – Indique as tarefas (máximo de **3**) que mais se assemelham à sua opção para desenvolvimento da zona A1.
- Grupo III – Indique as tarefas (máximo de **3**) que mais se assemelham à sua opção para desenvolvimento da zona A2.
- Grupo IV – Indique as tarefas (máximo de **3**) que mais se assemelham à sua opção para desenvolvimento da zona PA.

Os dados recolhidos foram tratados, sendo determinadas as frequências absolutas e respetivas percentagens.

2.2. Estudos 2 e 3

Procedimentos Gerais

Todos os protocolos de avaliação de nado, foram realizados em piscinas cobertas e climatizadas, com uma temperatura da água entre os 26 e os 28 graus e $\approx 65\%$ de humidade relativa, correspondentes ao local de treino habitual para cada nadador.

De modo a minorar consideravelmente os efeitos de fadiga residual, todos os momentos de testagem respeitaram um mínimo de 36 horas de recuperação após o último treino (com cargas pesadas ou severas) ou uma competição (Smith et al., 2002).

Todas as situações de realização de testes de desempenho ou de qualquer tipo de recolha de dados, foram realizadas sempre no mesmo período horário de forma a minimizar eventuais efeitos resultantes do comportamento circadiano de marcadores biológicos (Rama, 2009).

Foi solicitado aos elementos da amostra que mantivessem o regime nutricional habitual nas 48 horas que antecederam a realização de cada teste, incluindo a abstinência da ingestão de café e substâncias excitantes no dia do teste (Grant, McMillan, Newell, Wood, Keatley, Simpson, ... & Fairlie-Clark, 2002).

Os estudos tiveram a aprovação da Comissão de Ética da FEFD-ULHT cumpridos os pressupostos da Declaração de Helsínquia, para experimentos em humanos. Antes de cada estudo os objetivos e procedimentos foram explicados a todos os participantes, tendo sido obtido o prévio consentimento formal dos sujeitos.

Protocolos de nado – variáveis cinemáticas

Todas as repetições tiveram início com o nadador dentro de água, através de uma impulsão na parede, após sinal sonoro.

Os tempos foram controlados manualmente por técnicos experientes na utilização de cronómetro. Afim de confirmar os tempos registados e a FG, foi utilizada uma câmara digital cuja colocação garantia a visualização da parede de chegada e dos 15m que a antecederiam.

A FG foi controlada através do registo de 3 ciclos completos de braçada, realizados nos últimos 15m de cada 100m realizados (para evitar o efeito da viragem). Foram utilizados cronómetros na função “frequencímetro” de base 3, que convertem automaticamente o tempo de frequência de ciclo – ciclos·min⁻¹ (c·min⁻¹).

O IN foi calculado através dos cálculos da fórmula de Costil, Kovaleski, Porter, Kirwan, Fielding e King (1985):

$$IN = V \cdot DC \quad (6)$$

contudo, na ausência do valor de DC, o IN foi determinado pela formula:

$$IN = V^2 \cdot FG^{-1} \quad (8)$$

A EP foi calculada em concordância com o proposto por Hollander et al. (1986) e Zamparro et al. (2005) na fórmula:

$$\eta_p = \left(\frac{v \cdot 0.9}{2\pi \cdot FG \cdot l} \right) \cdot \frac{2}{\pi} \quad (13)$$

Para determinação da PE, no final de cada repetição, os nadadores identificaram o esforço percebido, através da escala de Borg (Cr-10) (Borg & Borg, 2001) - quadro 5 e anexo 6. Os nadadores foram submetidos a uma prévia familiarização com a escala.

Procedimentos específicos

Protocolo A - Para determinação das velocidades correspondentes às zonas de intensidade A1 e A2 foi utilizada uma adaptação dos protocolos propostos por Pyne et al. (2000) operacionalizado por Fernandes, Sousa, Machado & Vilas-Boas (2011), Rama (2009), Thompson, et al. (2006), entre outros. Foi aplicado um teste com utilização de velocidade progressiva, sendo recolhidos os valores correspondentes a La, FC, FG e PE. O mesmo consistiu na realização de 7 (sete) repetições de 200 metros, em crol, com intensidade crescente, com tempo de saída a cada 5 minutos. O modo de definição das velocidades correspondentes a cada repetição está apresentado no quadro 30.

O cumprimento das velocidades definidas foi garantido pelo acompanhamento, ao longo de todo o percurso de cada repetição, por um técnico especializado que se deslocava à velocidade calculada para cada repetição, o qual informava visualmente o nadador sempre que a velocidade definida não era cumprida.

Quadro 30. Exemplo de um protocolo individual para o teste de 7x200m.

Rep. Nº	Valor em segundos superior ao Record Pessoal (RP)	Exemplo (RP – 1:50)(min:seg)
1	+35	2:25
2	+30	2:20
3	+25	2:15
4	+20	2:10
5	+15	2:05
6	+10	2:00
7	+5	1:55

Relativamente ao recorde pessoal (RP) serão adicionados 5 segundos para definição da velocidade correspondente à última repetição (nº 7); ex: RP=1:50, logo tempo alvo=1:55. Para determinação das velocidades de cada repetição, em ordem inversa, acrescentaram-se 5 segundos ao tempo definido para a última repetição. (Adaptado de Pyne et al., 2000).

Imediatamente após cada repetição, foi colhida uma micro amostra sanguínea da polpa do dedo com o objetivo de avaliar a concentração de lactato. No final da última repetição, foram colhidas amostras no 1', 3', 5', 7' ou até o valor encontrado ter demonstrado tendência para regredir (Keskinen, Keskinen & Mero, 1996).

A realização de protocolos desta natureza permite obter a curva de acumulação de lactato, cuja análise possibilita determinar parâmetros metabólicos correspondentes a distintos níveis da carga (Bentley et al., 2007). O perfil de cada curva de lactato foi calculado utilizando um modelo de regressão polinomial de grau 3 (Newell, Higgins, Madden, Cruickshank, McDonald et al., 2007; Rama, 2009), através da utilização de uma macro criada para ambiente Windows®, aplicação Excel 2003 – Lactate-E (Newell et al., 2007). Para este efeito foram considerados os valores entre as repetições 1 e 6. A 7ª repetição foi sempre fracionada em 4x50m com pausa de 10 seg, de modo a garantir uma velocidade aproximada do record pessoal, o que se encontra em conformidade com o conceito de Pelayo et al. (1996) denominado *Teste Anaeróbio Láctico Máximo*. A intensidade correspondente a A1 foi considerada quando se verificou a subida de 1 mmol·L⁻¹ de acumulação de lactato relativamente à lactamia de repouso (Thoden, MacDougall & Wilson; 1991), a qual foi apurada 10 minutos após a conclusão do aquecimento. A intensidade de A2 foi encontrada através da determinação do D-max, em função dos dados recolhidos do Lactate-E.

A FC foi monitorizada imediatamente após o final de cada repetição, através da colocação do emissor no peito do atleta com o recetor previamente acionado para registo da

FC num intervalo não superior a 3", representativo do compromisso central de esforço (Keskinen et al., 2007).

Passamos à apresentação dos restantes protocolos aplicados:

Protocolo B - 8x400m Crol 70% p=30" (zona A1)

Protocolo C - 2x(7x200m Crol 80% p=30") P=3' (zona A2)

Protocolo D - 32x100m L 65% p=10" (zona A1)

Protocolo E - 3x(10x100m L 75% p=15") P=3' (zona A2)

Foram procedimentos comuns nos protocolos B, C, D e E:

- Os tempos de realização de cada protocolo, para cada nadador, foram prescritos pelos respetivos treinadores que não tiveram acesso a qualquer informação relativa aos dados recolhidos no Protocolo A.
- Os tempos realizados a cada 100 metros, bem como os finais, foram recolhidos através de um cronómetro digital manual (Seiko, ®) – o registo vídeo assegurou a confirmação dos dados, sempre que necessário.
- Para determinação do La foi colhida uma micro amostra de sangue capilar da polpa do dedo: i) imediatamente após a última repetição, bem como passados 3' e 5' (ou até o valor encontrado ter demonstrado tendência para regredir); ii) também foi colhida uma micro amostra sanguínea, imediatamente após a última repetição de cada série, nos protocolos C e E.
- A FC foi monitorizada: i) para os protocolos B e D – a meio e imediatamente após o final de cada tarefa; ii) para os protocolos C e E – imediatamente após o final de cada série.
- A FG foi controlada através do registo de 3 ciclos completos de braçada, realizados nos últimos 15m de cada 100m realizados. Foram utilizados cronómetros na função "frequencímetro" de base 3, que convertem automaticamente o tempo de frequência de ciclo em $\text{c}\cdot\text{min}^{-1}$.
- Para determinação da PE, no final de cada tarefa, os nadadores identificaram o esforço percecionado, consultando primeiro os descritores e em seguida quantificando a tabela com a escala Cr-10 de Borg definida: i) para os protocolos B e D – após o final de cada tarefa; ii) para os protocolos C e E – após o final de cada série

Instrumentos

Para o doseamento do La sanguíneo recorreu-se a fitas Arkrey Pro Test Strip e a um analisador portátil de lactato de marca Lactate Pro LT-1710 (Arkray KDK).

Para a caracterização antropométrica das amostras, foram utilizados: Adipómetro Slim Guide®; Balança SECA® modelo 770 com grau de precisão de 100g; Estadiómetro portátil de marca Bodymeter®, modelo 208 com uma precisão de 0.1 mm; Fita métrica Hoechstmass Rollfix®, com uma precisão de 0.1 mm.

A FC foi monitorizada através da utilização de um cardiofrequencímetro de marca Polar® série S810, configurado para recolha batimento a batimento (*rr*).

A PE foi realizada através da utilização da escala Cr-10 de Borg (Borg & Borg, 2001).

O registo das imagens foi realizado por uma máquina Sony® Handycam HDR-CX305E – Vídeo HQ (formato AVCHD), 1080i.

Para registo dos tempos e das FG foram utilizados cronómetros de marca Seiko®, com a função “frequencímetro” de base 3.

Procedimentos de análise estatística

Em todas as variáveis dos estudos serão apresentados descritivamente os valores de tendência central (média) e dispersão (desvio padrão).

A análise comparativa do comportamento das variáveis foi realizada com recurso à utilização do teste Wilcoxon, para amostras emparelhadas, e do teste de *Friedman* para medidas repetidas.

Para todas as análises estatísticas efetuadas foi definido o grau de significância exigido para estudos desta natureza – $p \leq 0.05$.

Nos casos em que se verificou significância na comparação dos valores de média, realizando inferência dos resultados obtidos, foi determinado o Effect Size (ES) de acordo com o proposto por Cohen (1992) – pequeno: 0,2 – 0.59; moderado: 0.6 – 1.19; elevado: > 1.20.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software SPSS, 20 e Graphpad (Prisma 7) para Mac.

3. ESTUDO 1 – DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE AERÓBIA EM NADADORES – CRITÉRIOS PARA PRESCRIÇÃO E CONTROLO DE TAREFAS DE TREINO EM ZONAS AERÓBIAS.

3.1. Introdução

Os processos de avaliação, controlo e prescrição da carga de treino por parte dos treinadores devem ser criteriosamente selecionados pelos treinadores, em função das suas possibilidades de operacionalização. Mais importante será a aplicabilidade dos dados recolhidos no processo de prescrição e operacionalização do treino.

Sabendo-se da importância do regime aeróbio, na prestação em provas iguais ou superiores a 200m, importava conhecer de que forma os treinadores portugueses, operacionalizam o processo de treino nesta dimensão.

Foi objetivo do presente estudo:

- Definir as estratégias mais frequentes, utilizadas por treinadores portugueses de nível nacional e internacional, para o desenvolvimento da capacidade e potência aeróbia de nadadores, identificando os métodos de controlo da carga, bem como as tarefas mais utilizadas – a nível das zonas de intensidade do treino aeróbio correspondentes a A1, A2 e PA.

3.2. Amostra

No presente estudo, a amostra foi composta por 51 treinadores portugueses, responsáveis pela preparação de nadadores juniores e seniores de nível nacional e internacional – dados fornecidos pela FPN.

3.3. Apresentação e discussão dos resultados

Os dados recolhidos dos questionários realizados aos treinadores encontram-se expressos em valores relativos (%).

Relativamente à questão relacionada com os métodos de controlo da carga aeróbia, analisando a figura 8, podemos verificar uma clara preferência pela utilização da FC (90,2%), logo seguida pela % da Melhor Marca (MM) (70,6%). O teste T30' surge como terceira preferência, a uma clara distância dos anteriores (37,3%).

Tratando-se de treinadores com nadadores absolutos de nível nacional e internacional, não poderemos deixar de destacar a reduzida percentagem de treinadores – 23,5% – que refere a lactatemia como meio de controlo do treino. Eventualmente, tal facto estará relacionado com a impossibilidade da sua utilização, face aos custos envolvidos, e não propriamente por se tratar de um meio preterido pela maioria.

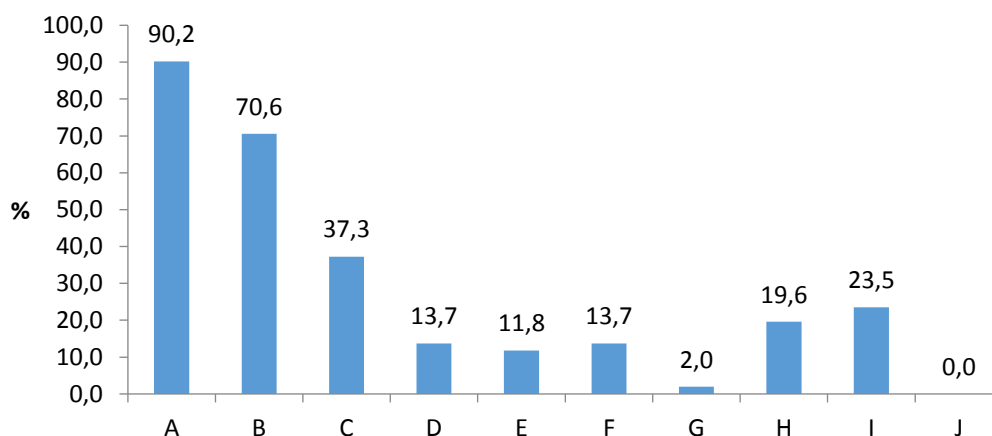


Figura 8. Preferências dos treinadores relativamente aos métodos de controlo da carga aeróbia (%)

A - Frequência Cardíaca; B - % da melhor marca; C - T'30; D - Velocidade Crítica; E - T'2000m; F - T'3000m; G - T'5000m; H - PE; I - Lactatemia; J - Análise de gases

Também a PE tem uma preferência reduzida por parte de comunidade dos principais treinadores portugueses. Tratando-se de um meio de fácil operacionalização, e com utilidade comprovada (Borg & Borg, 2001; Dekerle et al., 2003a; Garcin & Billat, 2001; Rama, 2009), sugere-se uma generalizada utilização futura deste instrumento de monitorização da carga percecionada.

Não deixa de ser curioso que nenhum treinador escolha a análise de gases como meio de controlo do treino; sobretudo quando, em Portugal, inúmeros investigadores têm

trabalhos publicados em revistas científicas de impacto importante, onde este instrumento é utilizado para investigação com nadadores de diversos níveis competitivos. Contudo, este dado confirma a opinião de Bentley et al. (2007) que classificam como muito limitativa a utilização do VO_{2max} na prescrição do treino, daí a rara monitorização de atletas para esse efeito.

A Velocidade Crítica e os testes clássicos de T2000, T3000 e T5000 são preferidos por um reduzido número de treinadores nacionais.

Relativamente às tarefas preferidas para o desenvolvimento da zona A1, verificamos que a tarefa 7-10x400m a 70% da MM com Pausa = 30-45" representa a principal opção de 58,8% dos treinadores – figura 9. Nas opções dos treinadores seguem-se as tarefas 20-40x100m a 65% da MM com Pausa = 10-15" (41,2% dos inquiridos) e 10-15x200m a 65% da MM com Pausa=20-30" (39,2% dos inquiridos).

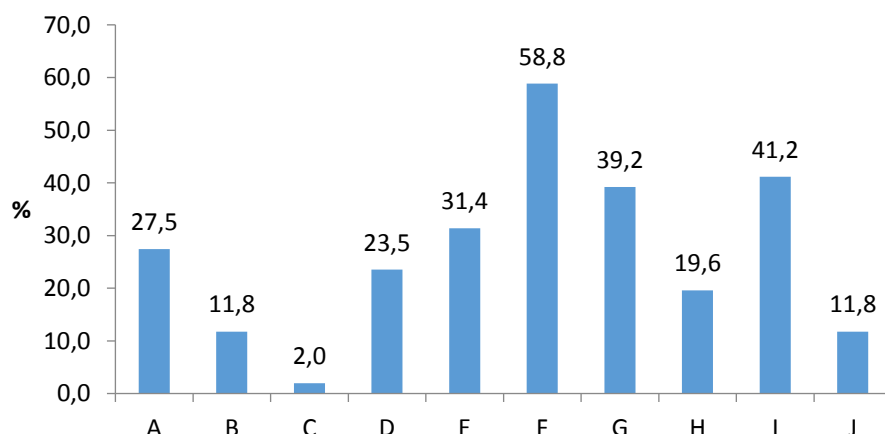


Figura 9. Preferências dos treinadores relativamente às tarefas para desenvolvimento de A1 (%).

A - 2000m (75%); B - 3000m (80%); C - 5000m (80-85%); D - 2-3x1500m (75%) Pausa = 1'-2';

E - 6-8x500m (70%) Pausa = 45" a 1'; F - 7-10x400m (70%) Pausa = 30-45";

G - 10-15x200m (65%) Pausa=20-30"; H - 2x(5-8x200m (65%) Pausa=20-30") Macropausa =1'-2';

I - 20-40x100m (65%) Pausa = 10-15"; J - 3-5x(10x100m (65%) Pausa = 10-15") Macropausa=1'-2'

As preferências encontradas correspondem a tarefas clássicas, na linha das propostas iniciadas por Counsilman (1968), relativamente ao treino intervalado, com repercussões até à atualidade. Assim, o treino intervalado extensivo assume um favoritismo quase absoluto para o desenvolvimento de uma zona de intensidade moderada e de grande volume como a A1, o que vem ao encontro apresentado por Stewart e Hopkins (2000) que assumem o treino intervalado como o método mais utilizado no treino em NPD.

As tarefas que utilizam o método contínuo – 2000m (75%), 3000m (80%) e 5000m (80-85%) – obtêm uma frequência acumulada de 41,3%, onde, a que apresenta um volume de apenas 2000 metros obtém 27,5% das escolhas.

Esta situação poderá ser parcialmente explicada pelo facto das condições de treino, em Portugal – nomeadamente as referentes ao número médio de 6,1 nadadores por pista em piscina de 25m (Borges, 2010) – inviabilizarem uma adequada realização de tarefas onde se utilizam os métodos contínuos.

Relativamente à zona de treino de A2, duas tarefas assumem clara preferência: 2x(5-8x200 (80-85% MM) Pausa=30-40”) Macropausa=3’ (78,4%) e 2-3x(10-16x100m (75-80% MM) Pausa=10-20”) Macropausa=3’ (74,5%). A estas surge como terceira preferência a tarefa 2x(4x400 (85% MM) Pausa=45”) Macropausa=3’ – figura 10.

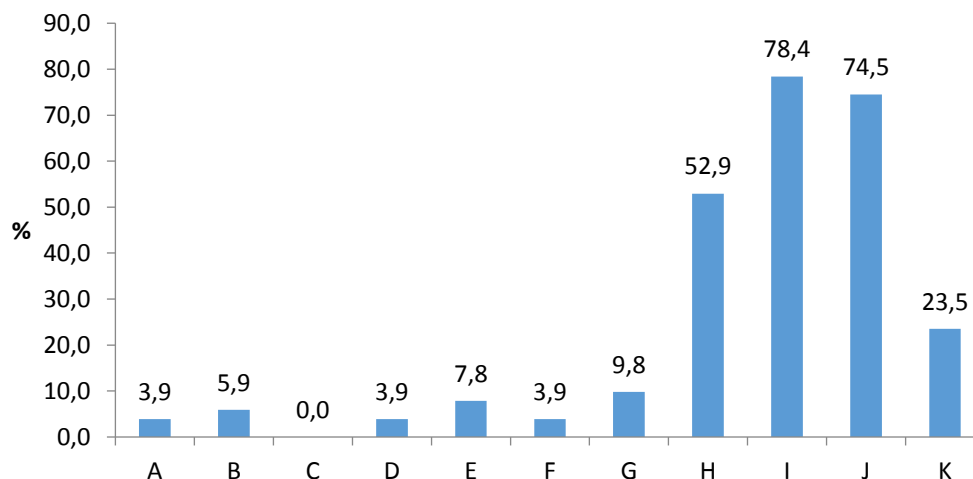


Figura 10. Preferências dos treinadores relativamente às tarefas para desenvolvimento de A2 (%)

- A - 2000m (>95%); B - 3000m (>95%); C - 2x1500m (>90%) Pausa=5’;
 D - 2-3x1500m (85-90%) Pausa=2’-4’; E - 3x1000m (>90%) Pausa=5’;
 F - 3-4x1000m (85-90%) Pausa=2’-4’; G - 2x(3x500m (85%) Pausa=1’) Macropausa=3’;
 H - 2x(4x400 (85%) Pausa=45”) Macropausa=3’;
 I - 2x(5-8x200 (80-85%) Pausa=30-40”) Macropausa=3’;
 J - 2-3x(10-16x100m (75-80%) Pausa=10-20”) Macropausa=3’;
 K - 2-3x(20-30x50m (70-75%) Pausa=10-15”) Macropausa=3’

Assim, acentua-se a preferência pelo treino intervalado, tornando a utilização dos métodos contínuos e de repetições, praticamente residuais – com um somatório inferior a 25%, para um total de 6 tarefas.

Para o desenvolvimento da PA verificou-se um maior equilíbrio entre as tarefas preferidas, apesar da tarefa 2-5x(4-6x100m a 85-90% MM Pausa=15-30'') Macropausa = 4-5', assumir uma clara preferência (72,5% dos inquiridos). No equilíbrio verificado entre as restantes tarefas, há a destacar a utilização importante do método de repetições – 2-4x400 >95% p>5', com 33,3% dos inquiridos – e do TIAI – 8-10x100 85-90% P=30''-1', 45,1% dos inquiridos – dados estes que podem ser consultados na figura 11.

A dispersão das opções dos treinadores no treino da PA estará em consonância com o vasto leque de propostas de autores vários como Maglischo (2003), Olbrecht (2000), ou Sweetenham & Atkinson (2003). Nesta zona de intensidade a utilização do método contínuo é muito mais reduzida, sobrando o método contínuo variado (intensivo), o qual nem sequer foi apresentado como hipótese, por ausência de propostas dos inquiridos aquando da aplicação do questionário preliminar.

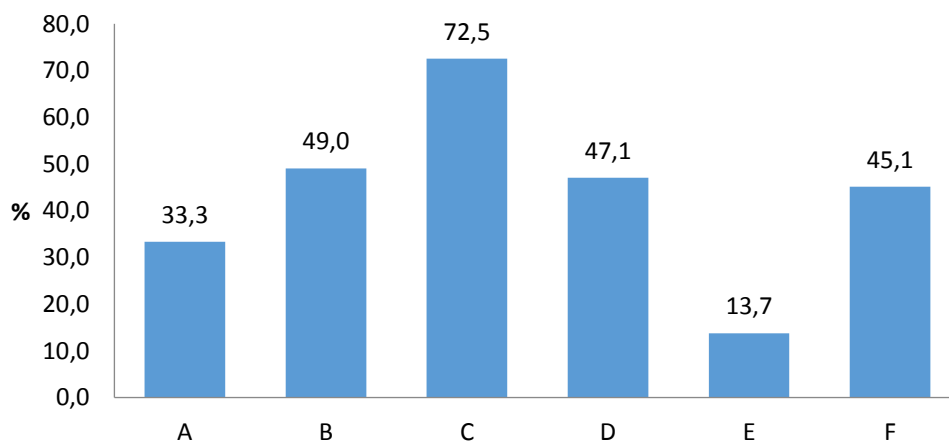


Figura 11. Preferências dos treinadores relativamente às tarefas para desenvolvimento da PA (%).

- A - 2-4x400m (>95%) Pausa>5'; B - 2-5x(2-3x200m (85-90%) Pausa=20-40'') Macropausa = 4-5';
 C - 2-5x(4-6x100m (85-90%) Pausa=15-30'') Macropausa = 4-5';
 D - 2-5x(8-12x50m (80-85%) Pausa=10-20'') Macropausa = 4-5';
 E - 16-20x50m (80-85%) Pausa = 30-45';
 F - 8-10x100m (85-90%) Pausa = 30''-1'

3.4. Conclusões

Os resultados ao questionário on-line, com uma importante amostra do universo dos treinadores portugueses com nadadores de absolutos de nível nacional e internacional, aponta para opções marcadamente clássicas do processo de treino ao nível do controlo e prescrição do treino.

Do presente estudo, destacam-se as seguintes conclusões:

- 1) A grande maioria dos treinadores portugueses elege a FC como principal método de controlo da carga de treino.
- 2) A análise de gases não é seleccionada por qualquer treinador português como método de controlo da carga ou de prescrição do treino.
- 3) A nível do treino da capacidade aeróbia (A1 e A2), os métodos de treino intervalados são claramente preferidos, relativamente aos métodos contínuos.
- 4) As distâncias base de 100, 200 e 400 metros são as eleitas pelos treinadores portugueses, para qualquer zona de treino predominantemente aeróbio – A1, A2 ou PA.

4. ESTUDO 2 – PRESCRIÇÃO E CONTROLO DAS VELOCIDADES DE TREINO AERÓBIO EM NADADORES, ASSOCIADAS A PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, CINEMÁTICOS E PSICOLÓGICOS

4.1. Introdução

Acompanhar o desempenho dos nadadores é marcante para analisar sua progressão e estabilidade, entre competições, e ajudar os treinadores a definir metas realistas e a selecionar os métodos de treino apropriados (Costa, Marinho, Reis, Silva, Marques, Bragada, & Barbosa, 2010).

A definição das zonas de treino aeróbio em NPD, bem como exemplos de tarefas para o seu desenvolvimento, está amplamente divulgada, nomeadamente em obras de referência, algumas relativamente recentes, da autoria de Maglischo (1982, 1993 e 2003) Olbrech (2000) e Sweetenham e Atkinson (2003). Contudo, não existirão estudos que comprovem que os dados apresentados nestas obras corresponderão, em absoluto, aos objetivos definidos, ou que garantam uma correta interpretação por parte dos treinadores.

Em função dos resultados do estudo 1, importava verificar se a prescrição das tarefas preferidas pela comunidade de treinadores portugueses, no que respeita ao treino da resistência nas zonas A1 e A2, iam ao encontro dos objetivos que se propunham, nas diferentes variáveis em estudo.

Apresentadas as tarefas em análise, com identificação da zona de treino que era suposto desenvolver, solicitou-se, a cada treinador, que prescrevesse o tempo de cada repetição, para cada um dos seus nadadores avaliados, em cada tarefa – 8x400m (A1), 32x100m (A1), 2x(7x200m) (A2) e 3x(10x100m) (A2), todas em crol.

Foram objetivos do presente estudo:

- Comparar as intensidades determinadas através de protocolo de avaliação específico com as normalmente prescritas pelos treinadores.
- Adicionalmente foi objetivo deste estudo avaliar como são interpretadas tarefas de treino tipificadas, para as zonas de treino A1 e A2, por nadadores de nível internacional e nacional.
- Comparar os parâmetros bioenergéticos (lactatemia e frequência cardíaca), biomecânicos (frequência gestual e índice de nado) e psicológicos (percepção do esforço), encontrados em situação protocolar e no cumprimento em situação de treino, das tarefas tipificadas.

4.2. Amostra

A amostra do presente estudo foi constituída por 16 nadadores (de 4 clubes) masculinos juniores e seniores de nível nacional (participação em campeonatos nacionais) e internacional (representação em seleção nacional), especialistas em provas iguais ou superiores a 200 metros, cuja caracterização se encontra nas tabelas 1 e 2.

As variáveis antropométricas foram recolhidas de acordo com os procedimentos propostos por Sobral (1985) e Sprague (1976).

Os dados da pontuação FINA foram recolhidos do sítio eletrónico desta instituição, no ano correspondente à data da obtenção da melhor marca de cada nadador.

Da amostra importa destacar: i) 1 nadador medalhado de bronze em campeonatos da europa de águas abertas; ii) 1 nadador classificado no 12º lugar em campeonatos do mundo; iii) 1 nadador olímpico nos 400m estilos; iv) 1 nadador participante nos campeonatos da europa de águas abertas; v) 3 nadadores com participações internacionais em seleções juniores e pré-juniores.

O perfil da amostra, em resposta a uma situação máxima, encontra-se registado na tabela 3.

Tabela 1. Características gerais da amostra: média, desvio-padrão (DP), máximo (Max) e mínimo (Min)

Idade (anos)	Anos de treino	Pontuação FINA	
		Média (DP)	Max – Min
19.5 (3.6)	8.8 (2.3)	659 (89.1)	808 - 521

Tabela 2. Características antropométricas da amostra (médias e desvio-padrão).

Massa Corporal (kg)		67,53	(3,16)
Altura (cm)		178,49	(5,22)
Altura sentado (cm)		91,41	(1,88)
Envergadura (cm)		181,91	(8,16)
Diâmetro Biacromial (cm)		40,47	(2,00)
Diâmetro Bicristal (cm)		28,20	(1,55)
Pregas (mm)	Tricipital	6,40	(1,65)
	Bicipital	4,45	(1,54)
	Subescapular	8,50	(2,32)
	Abdominal	11,20	(4,42)
	Crural	8,90	(2,33)
	Geminal	6,85	(0,88)

Tabela 3. Características da amostra: teste de 7x200m - valores da última repetição (4x50m c/ pausa de 10 seg). Média, Desvio Padrão (DP), Máximo (Max) e Mínimo (Min)

	Média	DP	Max	Min
Tempo	01:57,1	00:04,3	02:05,4	01:51,5
V (m·s ⁻¹)	1,71	0,06	1,79	1,59
FC	181,7	8,00	196,00	172,00
La	13,3	1,70	15,70	9,70
CR-10	9,3	0,77	10,00	8,00
FG	42,9	2,29	45,40	37,73

4.3. Desenho do estudo

O presente estudo teve lugar entre o 2º e o 4º microciclos de treino, do 2º macrociclo da época desportiva 2012/13 – janeiro a abril de 2013.

Os protocolos foram aplicados separadamente em 2 clubes, e conjuntamente entre outros 2 clubes, cumprindo o cronograma constante na tabela 4. Em nenhum caso se verificou um intervalo temporal superior a 10 dias entre a aplicação do protocolo A e do protocolo E, garantindo, deste modo, um estado de forma semelhante no período considerado.

Tabela 4. Cronograma do 2º estudo.

Dia 1	Protocolo A	7x200m crol
Dia 2 (mínimo 36h após Protocolo A)	Protocolo B	Tarefa em zona A1 (8x400m Crol)
Dia 3 (mínimo 24h após Protocolo B)	Protocolo C	Tarefa em zona A2 (2x(7x200m Crol)
Dia 4 (mínimo 36h após Protocolo C)	Protocolo D	Tarefa em zona A1 (32x100m Crol)
Dia 5 (mínimo 24h após Protocolo D)	Protocolo E	Tarefa em zona A2 (3x(10x100m Crol)

O desenvolvimento de cada protocolo encontra-se detalhadamente descrito no capítulo: Metodologia, Instrumentação e Procedimentos.

4.4. Resultados

Os resultados do presente estudo encontram-se registados nas tabelas numeradas de 5 a 10.

Relativamente ao regime de intensidade A1, as velocidades prescritas pelos treinadores para qualquer das tarefas – 8x400m e 32x100m – foram significativamente mais lentas que a velocidade determinada através do teste progressivo, com um ES médio quando se compara a V do teste 7x200m (Pyne et al., 2000) com a da tarefa 8x400m e pequeno aquando da comparação com a tarefa 32x100m – tabela 5.

Neste regime de intensidade, os treinadores prescrevem a V(s) significativamente diferentes para as tarefas de 8x400m e de 32x100m, onde nesta última a V é superior com um ES pequeno.

De referir que, em A1, não existem diferenças entre as velocidades prescritas pelos treinadores e as realizadas pelos nadadores que cumprem integralmente com as instruções, em ambas as tarefas.

Tabela 5. Valores da Velocidade (m/s) – Média e Desvio Padrão – correspondentes a A1 encontrados em: (A) – Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al, 2000); (B) – Velocidade prescrita pelos Treinadores para a tarefa (T1) 8x400 L; (C) – Velocidade realizada pelos Nadadores na T1 (8x400 L); (D) – Velocidade prescrita pelos Treinadores para a tarefa (T2) 32x100 L; (E) – Velocidade realizada pelos Nadadores na T2 32x100 L

A	B	C	D	E	p	Effect Size	
V - Teste	T1-V-Presc	T1 - V	T2-V-Presc	T2 - V		Valor	Nível
					<0,001 A-B	0.87	M
1,43 (0,07)	1,35 (0,06)	1,36 (0,05)	1,38 (0,05)	1,39 (0,03)	<0,001 A-D	0.59	P
					<0,05 B-D	0.53	P

Legenda: M – Médio; P – Pequeno

Ainda respeitante a A1, entre os valores do teste de 7x200m e os das tarefas de treino, verificaram-se diferenças nas variáveis de La e de PE. Relativamente ao La, as diferenças entre o teste e a tarefa de 8x400m apresentaram um ES médio, enquanto que, na comparação com a tarefa de 32x100m o ES foi elevado. No que concerne à PE, as diferenças entre os valores do teste e da tarefa de 8x400m tiveram um ES pequeno, sendo médio quando o valor da tarefa de 32x100m foi comparado com o do teste – tabela 6.

Na zona de intensidade A2, volta a verificar-se uma situação análoga a A1, ou seja, existem diferenças entre a V definida pelo teste de 7x200m e a prescrita pelos treinadores para a tarefa 2x(7x200m). Nesta tarefa, também se verificam diferenças entre as V(s) da primeira e da segunda séries de 2x(7x200m), onde a primeira é cumprida à V prescrita pelos treinadores, enquanto na segunda foi efetuada a uma velocidade superior ao prescrito – Os níveis do ES para a V foram tangenciais entre a prescrição dos treinadores e a 2ª série e entre as duas séries, para as restantes diferenças do ES foram pequenas – tabela 7.

Tabela 6. Em A1, valores de lactatemia (La-mmol·L⁻¹), Frequência Cardíaca (FC-bpm), Percepção do Esforço (PE CR-10), Frequência Gestual (FG-ciclos/min) e Índice de Nado (IN) – Média e Desvio Padrão – relativos a: (A) - Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al., 2000); (B) Tarefa 8x400 L (T1); (C) – Tarefa 32x100 L (T2).

	A	B	C	P	Effect Size	
	Teste	T1	T2		Valor	Nível
La (mmol·L ⁻¹)	2,35 (0,54)	1,50 (0,64)	1,29 (0,35)	<0.001 A-B	1.02	M
				<0.001 A-C	1.68	E
FC (bpm)	147 (7,04)	142 (18,9)	120 (60,3)	---		
PE (CR-10)	3,25 (0,86)	2,56 (0,96)	2,25 (0,78)	<0,01 A-C	0.86	M
				<0,05 A-B	0.54	P
FG (ciclos/min)	31,1 (2,81)	30,1 (6,45)	29,0 (2,55)	---		
IN (m ² ·c ⁻¹ ·s ⁻¹)	4,01 (0,47)	3,82 (0,66)	4,04 (0,46)	---		

Legenda: E – Elevado; M – Médio; P - Pequeno

Continuando em A2, e na comparação entre o teste de 7x200m e a tarefa 2x(7x200m), não existiram quaisquer diferenças para as restantes variáveis: La, FC, PE, FG e IN – tabela 8.

Ainda em A2, não se verificaram diferenças entre a V definida pelo teste de 7x200m e a prescrição dos treinadores para a tarefa 3x(10x100m). Contudo, na 1ª série da referida tarefa os nadadores não cumpriram a V prescrita, tendo-a realizado a uma V significativamente inferior à determinada no protocolo; naturalmente, a 1ª série realizou-se a uma V inferior às das 2ª e 3ª séries, nestas a V prescrita foi cumprida pelos nadadores, não existindo quaisquer diferenças entre elas – tabela 9.

Tabela 7. Valores da Velocidade (m/s) correspondentes a A2 encontrados em: (A) - Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al, 2000); (B) – Velocidade prescrita pelos Treinadores para a tarefa (T3) 2x(7x200 L); (C) – Velocidade realizada pelos Nadadores na T3 (2x(7x200 L) na 2ª série (S2).

A	B	C	D	p	Effect Size	
Vel - Teste	T3-Vel-Presc	T3 – S1	T3 – S2		Valor	Nível
				<0,01 C-D	0.18	T
				<0,01 A-C	0.42	P
1,50 (0,06)	1,47 (0,05)	1,47 (0,04)	1,48 (0,04)	<0,05 A-D	0.28	P
				<0,05 A-B	0.39	P
				<0,05 B-D	0.16	T

Legenda: E – Elevado; M – Médio; P – Pequeno; T – Tangencial

Tabela 8. Em A2, valores de lactatemia (La-mmol·L⁻¹), Frequência Cardíaca (FC–bpm), Percepção do Esforço (PE CR-10), Frequência Gestual (FG-ciclos/min) e Índice de Nado (IN), relativos a: (A) - Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al., 2000); (B) – 1ª Série da Tarefa 2x(7x200 L) (T3-S1); (C) – 2ª Série da Tarefa 2x(7x200 L) (T3-S2).

	A	B	C	p
	Teste	T3-S1	T3-S2	
La (mmol·L ⁻¹)	3,56 (0,53)	3,39 (2,07)	3,98 (2,65)	---
FC (bpm)	161 (7,96)	165 (12,6)	165 (12,0)	---
PE (CR-10)	4,69 (0,95)	4,94 (1,24)	5,19 (1,16)	---
FG (ciclos/min)	33,2 (2,41)	32,0 (3,00)	32,5 (2,58)	---
IN (m ² ·c ⁻¹ ·s ⁻¹)	4,07 (0,41)	4,09 (0,48)	4,06 (0,45)	---

Por fim, e ainda em A2, verificaram-se diferenças nos valores de La entre o teste de 7x200m, e as 1ª e 2ª séries de 3x(10x100m), com níveis médios de ES. Também nos valores de FC se registaram diferenças entre os valores do teste e os da 3ª série - com um ES de nível médio -, bem como entre os valores da 1ª e 3ª séries – com ES de nível pequeno. Ao nível da FG também se verificaram diferenças entre os valores da 1ª e da 3ª séries, com um ES de nível pequeno – tabela 10.

Tabela 9. Valores da Velocidade (m/s) – Média e Desvio Padrão – correspondentes a A2 encontrados em: (A) – Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al, 2000); (B) – Velocidade prescrita pelos Treinadores para a tarefa (T4) 3x(10x100 L); (C) – Velocidade realiza pelos Nadadores em T4 na 1ª série (S1); (D) – Velocidade realizada pelos Nadadores em T4 na 2ª série (S2); (E) – Velocidade realizada pelos Nadadores em T4 na 3ª série (S3).

A	B	C	D	E	P	Effect Size	
V - Teste	T4-V-Presc	T4 – S1	T4 – S2	T4 – S3		Valor	Nível
					<0,001 C-E	0.28	P
1,50 (0,06)	1,49 (0,05)	1,47 (0,05)	1,49 (0,05)	1,49 (0,05)	<0,01 A-C	0.39	P
					<0,05 C-D	0.28	P

Legenda: P – Pequeno

Tabela 10. Em A2, valores de lactatemia (La-mmol·L⁻¹), Frequência Cardíaca (FC-bpm), Percepção do Esforço (RPE 1-10-Borg), Frequência Gestual (FG-ciclos/min) e Índice de Nado (IN), relativos a: (A) – Teste progressivo 7x200 L (adapt. Pyne et al, 2000); (B) – 1ª Série da Tarefa 3x(10x100 L) (T4-S1); (C) – 2ª Série da Tarefa 3x(10x100 L) (T4-S2); (D) – 3ª série da Tarefa 3x(10x100 L) (T4-S1).

	A	B	C	D	P	Effect Size	
	Teste	T4-S1	T4-S2	T4-S3		Valor	Nível
La (mmol·L ⁻¹)	3,56 (0,53)	2,56 (1,00)	2,46 (1,61)	2,99 (1,84)	<0,01 A-C	0.73	M
					<0,05 A-B	0.92	M
FC (bpm)	161 (7,96)	166 (12,0)	169 (11,9)	173 (11,3)	<0,001 A-D	0.88	M
					<0,01 B-D	0.43	P
PE (CR-10)	4,69 (0,95)	4,31 (0,95)	4,69 (1,20)	5,13 (1,67)	---		
FG (ciclos/min)	33,2 (2,41)	33,0 (3,00)	33,6 (2,90)	34,3 (2,70)	<0,05 B-D	0.32	P
IN (m ² ·c ⁻¹ ·s ⁻¹)	4,07 (0,41)	3,98 (0,52)	3,97 (0,48)	3,92 (0,49)	---		

Legenda: M – Médio; P – Pequeno

4.5. Discussão

Importa recordar os principais objetivos associados a este estudo:

1. Determinar a relação existente entre as velocidades definidas em protocolo de avaliação específico e as prescritas pelos treinadores. Complementarmente, avaliou-se como são interpretadas as tarefas de treino tipificadas para as zonas de treino A1 e A2.
2. Associado ao objetivo anterior foram comparados os parâmetros bioenergéticos (La e FC), biomecânicos (FG e IN) e psicológicos (PE), encontrados em situação protocolar e no cumprimento em situação de treino, das tarefas tipificadas.

Na bibliografia atual não existirão estudos que objetivem comparar velocidades ou intensidades de treino, determinadas com e sem o recurso a protocolos validados, o que impedirá uma discussão abrangente desta temática.

Relativamente aos objetivos do presente estudo, no ponto 1., na maioria das situações os treinadores prescrevem V(s) de treino significativamente inferiores às reveladas no teste progressivo de 7x200m (adaptado de Pyne et al., 2000) – tabelas 5 e 7 –, existindo apenas uma situação – 3x(10x100m), para A2 – em que os treinadores prescrevem velocidades correspondentes às do referido teste – tabela 9.

No entanto, se compararmos as V(s) determinadas pelos treinadores, com a metodologia prescritiva proposta por autores/treinadores de referência na NPD, como Sweetenham e Atkinson (2003) para as mesmas intensidades – quadro 8 –, efetuados os necessários cálculos, verificamos existir uma grande coincidência de valores de V, respetivamente: 1.35 e 1.38, para 1.36 m·s⁻¹, em A1; 1.47 e 1.49, para 1.49 m·s⁻¹, para A2, contudo, nesta última, no presente estudo, verificaram-se diferenças para a prescrição da tarefa 2x(7x200m) - 1.47 m·s⁻¹ -, embora o ES seja pequeno. Quando comparamos os valores da FC do presente estudo (A1: 142 e 120; A2: 165 e ≈170 bpm) com os propostos pelos referidos autores (A1: 131-141 bpm; A2: 151-161 bpm), verificamos que os valores serão bastante aproximados, sendo inclusivamente superiores em ambas as tarefas de A2, no presente estudo.

Na comparação dos presentes dados com os determinados por outro autor de referência na NPD – E. Maglischo (2003) – após efetuados devidos cálculos, este propõe FC para A1 de 120-150 bpm, e para A2 161 a 171 bpm, verificando-se uma absoluta coincidência destes valores, em função das V(s) prescritas.

Relativamente à variável La, os valores do presente estudo e os referenciados por Maglischo (2003), confirmam-se como equivalentes em A1. Curiosamente em A2, quando a V foi prescrita corretamente (3x10x100m), os valores de La foram inferiores aos propostos pelo referido autor; já na tarefa (2x7x200m) em que a V prescrita foi inferior ao determinado protocolarmente, o La apresentou valores semelhantes aos propostos por Maglischo (2003). Relativamente à PE, e apesar de terem sido utilizadas escalas diferentes, os valores encontrados neste estudo coincidirão com os propostos por Maglischo (2003), para ambos os regimes energéticos.

Assim, os treinadores terão realizado prescrições que se enquadram nos modelos propostos por autores de referência – Maglischo (2003); Sweetenham & Atkinson (2003) –, contudo, os valores determinados pelo protocolo de 7x200m (Pyne et al., 2000), na maioria dos casos, apontam para V(s) superiores às prescritas pelos treinadores, em zonas de intensidade de A1 e A2, exceto na tarefa de 3x(10x100m). No entanto, e uma vez que 70 a 80% do volume de treino em natação será realizado a velocidades correspondentes a A1 (Maglischo, 2003), o facto de em ambas as tarefas avaliadas neste regime – 8x400m e 32x100m – as velocidades prescritas pelos treinadores serem inferiores às determinadas protocolarmente, poderá significar que 70-80% do volume de treino, dos nadadores da amostra, será realizado a velocidades inferiores ao desejado, o que poderá ter implicações negativas nos processos adaptativos e, conseqüentemente, com eventuais repercussões na prestação competitiva.

Caso estivéssemos na presença do MTP, os valores da V prescritos para A1 poderiam ser considerados como adequados, contudo, não será esse o modelo utilizado pelos treinadores em causa.

Os nadadores, na maioria das situações, interpretaram corretamente as velocidades prescritas pelos treinadores – tabelas 5 e 7. No entanto, na 2ª série da tarefa 2x(7x200m), em A2, a velocidade realizada pelos nadadores foi superior à estabelecida pelos treinadores, contudo, ainda inferior à determinada pelo protocolo.

Curiosamente, na única situação em que os treinadores prescreveram em sintonia com os valores determinados pelo protocolo de 7x200m (Pyne et al., 2000), os nadadores não cumpriram integralmente a tarefa de acordo com o definido, tendo sido mais lentos na 1ª série da tarefa 3x(10x100m), em A2, onde terão, eventualmente, optado por uma estratégia de poupança energética para as duas séries subseqüentes que foram cumpridas à V definida – tabela 9. Isto é, na única situação avaliada, em que a intensidade terá sido corretamente prescrita, os nadadores não corresponderam integralmente ao solicitado, situação que, a repetir-se sistematicamente no processo de treino, terá implicações negativas no referido.

Importará situar os valores da presente amostra, com outras amostras, cujas variáveis e métodos se aproximam do presente, apesar dos objetivos serem distintos. Assim, num estudo de Costa et al. (2012b), onde foi utilizado o mesmo protocolo, os valores de V_4 foram de $1.48 (0.03) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, para os nadadores de nível internacional, e de $1.42 (0.06) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, para os de nível nacional; já na presente amostra para um La de $3,56 (0,53) \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, correspondeu uma V de $1.50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, o que, comparativamente com o estudo referenciado, representará um superior nível técnico dos elementos da amostra.

Num estudo de Bentley et al. (2005), com 8 nadadores de nível nacional (idade $18,4\pm1,8$), onde foram comparadas duas tarefas de treino – $IT_{16\times100}$ e $IT_{4\times400}$ – a intensidades aproximadas do $VO_{2\text{max}}$ – $vVO_{2\text{max}} = 1.42\pm0.06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ – e com intervalos proporcionais à distância base, não foram encontradas diferenças entre estas tarefas em: V , VO_2 , La e FC , e na PE , conforme dados dos quadros 15 e 16, assim como nos dados biomecânicos – valores não especificados no estudo – o que vem maioritariamente ao encontro dos valores do presente estudo; excetua-se a 3ª série da tarefa de $3\times(10\times100\text{m})$, onde os valores da FC e da FG foram superiores, tal como os valores da V na comparação entre a 1ª e a 2ª séries ($p<0.05$), apesar das restantes variáveis não apresentarem diferenças.

A FC é um dos mais utilizados métodos de controlo da carga de treino, importando estabelecer análises individuais da mesma face à diversidade dos valores encontrados entre indivíduos, e mesmo entre modalidades. Num estudo de Seiler & Kjerland (2006), com 12 esquiadores de fundo de idade júnior (17-18 anos), encontraram-se valores de FC de 161 (9) bpm e 181 (8) bpm correspondentes aos limites de, respetivamente, $A1$ e $A2$, valores esses claramente mais elevados que os do presente estudo – ≈ 142 e ≈ 169 –; importa ainda referir que, em termos relativos, os referidos valores dos esquiadores correspondiam a, respetivamente, 81 (2)% e 91 (2)% da FC_{max} , o que se assemelhava às percentagens da FC_{max} do presente estudo, respetivamente 79% e 92.8%.

Aumentos da FC em testes a intensidades correspondentes ao EEML foram encontrados por Baron et al. (2003), em avaliações realizadas em cicloergómetro, não existindo uma compatibilidade da intensidade correspondente ao EEML com uma FC em situação estável, dado que esta aumentou significativamente entre os 10 e os 30 minutos, num teste realizado a intensidade constante. Estes resultados virão ao encontro do verificado no presente estudo, nomeadamente na zona $A2$, onde se verificou uma tendência para o aumento da FC ao longo das tarefas, mesmo quando a V se encontrava mais lenta que o determinado protocolamente.

Num estudo, também em cicloergómetro, realizado por Czuba et al (2009), não se verificaram diferenças entre os valores da potência encontrados para o LAn através do D-max, num teste progressivo, e os definidos para o EEML. No entanto, os valores de FC e La encontravam-se significativamente mais elevados nos 20 minutos finais do teste de EEML, quando comparados com os do teste progressivo, respetivamente, 181.1 (8.03) bpm vs 170.8 (11.7) bpm e 4.8 (0.7) mmol·L⁻¹ vs 2.7 (0.3) mmol·L⁻¹, em masculinos. Tal facto coincide com alguns resultados do presente estudo, em A2, onde, mesmo quando a V se encontrava abaixo do definido protocolarmente, alguns valores de FC encontravam-se mais elevados, apesar de nem sempre se verificarem diferenças significativas.

Esta alteração da FC estará maioritariamente associada à atuação do sistema simpático, que provoca modificações da concentração de catecolaminas em circulação; esta situação poderá ser parcialmente causada pelo decréscimo da eficiência muscular, decorrente da fadiga instalada (Czuba et al, 2009).

No já referido estudo de Bentley et al. (2005), foram verificadas diferenças nos valores da FC entre os valores do teste progressivo de 5x200 e os das tarefas prescritas em função do primeiro, sendo nas tarefas significativamente inferiores. Contudo, estava a ser comparada a FC máxima (187 bpm), com uma FC submáxima ($\approx$ 178 bpm), resultante de tarefas realizadas a $\approx$ 8% da vVO_{2max} . Tal facto impossibilita realizar comparações com o presente estudo, onde, a intensidades semelhantes – A2 – os valores de FC, comparativamente com os valores do protocolo (161 bpm), foram sempre superiores nas tarefas, mesmo no caso em que a V realizada foi inferior ao definido protocolarmente – tarefa 2x(7x200m), FC=165 bpm.

A PE, não só será um método fiável, de avaliação da carga, durante exercícios repetidos, como será um meio objetivo de medição da intensidade do treino (Herman et. al., 2006). A PE será um método adequado para monitorizar a carga interna de treino em nadadores, permitindo que os treinadores possam individualizar os efeitos das cargas em cada componente do treino (Wallace et al., 2008).

Num estudo de Barroso et al. (2015), com nadadores de nível regional, para tarefas correspondentes à VC, o treinador responsável atribuiu, na escala CR-10, o nível 3 de PE à tarefa 10x100m, e o nível 4 à tarefa 20x100m, o que coincidiu com os valores selecionados pelos nadadores. No mesmo estudo, nas tarefas 20x100m, 10x200m e 5x400m, para a PE o treinador atribuiu, respetivamente, níveis 4, 5 e 6, sendo os dois últimos significativamente superiores aos valores atribuídos, pelos nadadores, para as mesmas tarefas.

Os resultados do suprarreferido estudo de Barroso et al. (2015), têm semelhanças com o presente estudo para intensidades semelhantes – VC $\approx$ A2 – dado que, para distâncias bases de 100m – tarefa E, 3x(10x100m) – os treinadores prescreveram a intensidade de forma adequada, em conformidade com os valores encontrados no protocolo incremental – 7x200m – Tabela 8. Por sua vez, quando a distância base foi de 200m – tarefa D, 2x(7x200m) – a intensidade prescrita pelos treinadores foi inferior à definida pelo protocolo incremental – Tabela 6. Esta situação já havia sido encontrada na prescrição das tarefas em A1, onde se verificaram diferenças na intensidade prescrita entre 8x400m e 32x100m – Tabela 4.

Também num estudo de Wallace et al. (2008), com 12 nadadores de nível nacional e respetivos treinadores (n=2), os valores da PE dos treinadores foram superiores aos dos nadadores em situações de “intensidade elevada”, verificando-se o oposto quando as intensidades eram “baixas”.

Podemos, deste modo, inferir que, na prescrição do treino intervalado em zonas predominantemente aeróbias, um aumento da distância base parece ser considerado como um aumento da carga, por parte dos treinadores, havendo a tendência para reduzir a intensidade da prescrição.

Tal facto parece ser comprovado por Dekerle et al. (2010) onde, num estudo com nadadores, a velocidades correspondentes ao declive da curva distância-tempo (D_{d-t}) num teste contínuo até à exaustão, os valores de PE aumentaram significativamente entre o minuto 10 e a conclusão do teste, respetivamente, 5.8 (1.1) e 7.6 (1.3) na escala Cr-10 de Borg; o mesmo se passou com os valores de La, para o mesmo período temporal, verificando-se incrementos significativos de 7.0 (3.1) para 8.4 (3.4) mmol·L⁻¹. No mesmo estudo, na tarefa de 10x400m, com pausa de 40 seg à velocidade de D_{d-t} , também se verificaram diferenças na PE entre a 1ª e as 6ª, 7ª, 8ª, 9ª e 10ª repetições, onde a média da 1ª repetição se situou nos 3,3 e da 10ª nos 6,9; contudo, os valores de La mantiveram-se relativamente estáveis havendo uma ligeira descida dos valores nas duas últimas repetições – mínimo 4,2 mmol·L⁻¹ na 10ª repetição e máximo de 5,5 mmol·L⁻¹ na 4ª.

Ainda no estudo referido, no teste contínuo à velocidade de D_{d-t} , o tempo para a exaustão situou-se nos 24,3 (7,7) minutos, enquanto que as 10x400m com pausa de 40 segundos, à mesma intensidade – total de $\approx$ 50 minutos –, foram maioritariamente cumpridas em equilíbrio metabólico do La, apesar dos referidos incrementos da PE, sendo um tipo de tarefa a realizar para o desenvolvimento das capacidades aeróbias dos nadadores (Dekerle et al., 2010). Esta tarefa de 10x400m foi também uma das selecionadas pelos treinadores portugueses, mas com o objetivo de desenvolvimento da zona A1, daí que a pausa em causa pudesse ter uma menor duração, num mínimo de 30 seg – 1º estudo da presente dissertação.

Relativamente aos valores de PE, no presente estudo, para a intensidade correspondente a A2, nunca se verificaram diferenças entre os valores encontrados protocolarmente e os valores correspondentes às diferentes tarefas. Contudo, a velocidade foi superior na tarefa onde a distância base foi mais reduzida – 3x(10x100m) – o que virá ao encontro dos resultados do estudo de Barroso et al. (2015) onde os valores de PE, identificados pelos treinadores, foram mais elevados nas distâncias bases superiores, apesar da velocidade se ter mantido inalterável.

No presente estudo, os valores de PE para A2 – tabelas 8 e 10 – foram inferiores aos de um estudo com esquiadores de fundo, realizado por Seiler & Kjerland (2006) onde, para intensidades aparentemente correspondentes, a PE se situou entre os níveis 6 e 7. Contudo, tratando-se de diferentes modalidades, com solicitações musculares díspares, será despropositado alargar a discussão.

Nas variáveis biomecânicas, para as 4 tarefas avaliadas, apenas se verificaram diferenças na FG, entre a 1ª e a 3ª séries da tarefa 3x(10x100m), com um ES pequeno, podendo ser o motivo explicativo de um correspondente aumento da V entre as mesmas séries ($p < 0.001$), com um ES pequeno – tabela 10.

Num estudo de Morris et al. (2016) – quadro 14 –, onde se compararam a TG e SMS na técnica de crol a 3 diferentes FG, na TG à FG de 40 (4.0) $\text{c}\cdot\text{min}^{-1}$, cuja intensidade será correspondente a A2 no presente estudo, a maioria dos valores foi inferior ao presente estudo: V - ≈ 1.38 para $1.50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; FG - 40 para 33.2 (2.41) (neste caso de modo inverso em termos qualitativos); La - ≈ 4.5 para 3.56 (0.53); a exceção verificou-se na FC onde os valores no presente estudo foram superiores em todas as situações (protocolo ou tarefas) para A2: 151(22) no estudo referido, para 161 (7.96) no protocolo de 7x200 e 173 (11.3) na 3ª série de 3x10x100m, do presente estudo. Face ao referido, tudo indicará para que a amostra do presente estudo será composta por nadadores de nível técnico superior, até porque as idades são muito aproximadas 19.5 (1.7) anos no estudo de Morris et al., para 19.5 (3.7) anos, no atual estudo em discussão.

O IN nunca apresentou diferenças em qualquer das situações testadas, apresentando valores correspondentes aos da bibliografia (Capulo et al.; 2000; Costa et al., 2012a, 2012b; Neiva et al., 2015).

4.6. Conclusões

A análise dos resultados do estudo permite-nos apresentar as seguintes conclusões:

- Os treinadores tendem a prescrever $V(s)$ inferiores ao definido protocolarmente, na zona A1.
- No regime A2, quando foram utilizadas distâncias base de 100m, a prescrição da V foi realizada em conformidade com os dados encontrados protocolarmente.
- Na maioria dos casos, os nadadores cumprem as instruções dos treinadores para cumprimento das $V(s)$. No entanto, verificou-se uma situação, em A2, onde a primeira de 3 séries foi realizada a uma V inferior ao corretamente prescrito.
- Em A1, as diferenças de V (inferiores) são acompanhadas por diferenças de La e PE (também menores), contudo os valores da FC não apresentam diferenças.
- Em A2 as diferenças de V nem sempre tiveram uma correspondência direta com as restantes variáveis do estudo, particularmente em PE .
- Os valores de FG e IN não sofrem alterações importantes – exceto num caso na FG - mesmo quando se verificam diferenças nas Vs .

5. ESTUDO 3 – DETERMINAR O EFEITO DE 4 MICROCICLOS PREPARATÓRIOS DIFERENCIADOS PELO DESENHO DAS TAREFAS DE TREINO NAS ZONAS DE INTENSIDADE A1, A2 E POTÊNCIA AERÓBIA – SÉRIES EXATAS VERSUS SÉRIES PROGRESSIVAS

5.1. Introdução

O aumento da capacidade competitiva de natação deve ser entendido sob um ponto de vista biofísico, o que significa relacionar restrições biomecânicas e energéticas e sua influência no desempenho. Este ponto de vista introduz uma perspectiva interessante e clara sobre o 'coaching' e a análise desportiva: o conhecimento e abordagens fisiológicos ou biomecânicos, uma vez isolados, não são suficientes para uma correta análise do trabalho realizado. É necessária uma abordagem integrada, incluindo, naturalmente, outros domínios científicos que, de alguma forma, influenciam a libertação de energia e seu uso mais apropriado (Vilas-Boas, Fernandes, & Barbosa, 2011).

A realização de estudos experimentais, relativamente à operacionalização do processo de treino, é extremamente difícil de concretizar em atletas de alto rendimento, na medida em que nem estes nem os respetivos treinadores desejam, subitamente, ver alterados os métodos que vêm aplicando ao longo de muitos anos (Seiler & Kjerland, 2006).

O presente estudo terá ultrapassado a dificuldade suprarreferida, tendo investigado dois modelos de prescrição da carga para o desenvolvimento da resistência específica em nadadores., nomeadamente, nas zonas A1, A2 e PA, contando com a colaboração de treinadores e nadadores, que acederam a uma alteração temporária e parcial dos seus programas de treino.

A η_p é um importante factor na prestação competitiva em NPD, traduzindo-se na capacidade de aumentar a V de nado em função de: a) redução do arrasto, b) aumento das forças propulsivas, e c) capacidade de competir com elevada η_p (Toussaint, Beelen, Rodenburg, Sargeant, Groot, Hollander, & Schenau, 1988).

Assim decidimos, neste estudo, incluir η_p como variável, tendo-se conservado as restantes, de modo a consubstanciar e a manter a coerência do estudo anterior.

5.2. Amostra

A amostra foi inicialmente constituída por 20 nadadores juniores e seniores masculinos, com participação frequente em provas de dimensão igual ou superior a 200 metros, de nível nacional (participação em campeonatos nacionais) e internacional (representação em seleção nacional), representando 3 clubes portugueses.

Da amostra importa destacar: i) 1 nadador olímpico nos 400m estilos; ii) 3 nadadores com participações internacionais em seleções juniores e pré-juniores.

Da amostra inicial foram retirados 2 elementos por não terem cumprido um mínimo de 95% das sessões de treino planeadas.

As características gerais de cada grupo encontram-se expressas na tabela 11.

O perfil da amostra, em resposta a uma situação máxima, encontra-se registado na tabela 12.

Tabela 11. Características gerais da amostra: média, desvio-padrão (DP), máximo (Max) e mínimo (Min)

	Idade (anos)	Anos de treino	Pontuação FINA	
			Média (DP)	Max. – Min.
Grupo 1	17.5 (1.6)	7.6 (1.6)	640.5 (91.1)	749 - 514
Grupo 2	18.6 (6.1)	8.3 (3.4)	643.6 (192.0)	796 - 525

As idades da amostra são consideradas maduras, sendo os indivíduos classificados como jovens adultos (Bouchard, 1996).

Tendo todos uma idade cronológica igual ou superior aos 16 anos, a progressão das marcas é concretizada de modo muito menos exuberante (Costa, Marinho, Bragada, Silva & Barbosa., 2011).

Os valores antropométricos dos elementos da amostra encontram-se reportados na tabela 13.

Tabela 12. Características da amostra: testes de 7x200m (Inicial e Final) - valores da última repetição (4x50m c/ pausa de 10 seg). Média, Desvio Padrão (DP), Máximo (Max) e Mínimo (Min).

	Teste Inicial				Teste Final			
	Média	DP	Max	Min	Média	DP	Max	Min
Tempo	02:08,0	00:06,3	02:16,8	01:53,2	02:03,8	00:05,5	02:12,8	01:48,6
V (m·s⁻¹)	1,57	0,08	1,77	1,46	1,62	0,08	1,84	1,51
FC (bpm)	183,2	8,21	201,00	169,00	184,8	8,32	200,00	167,00
La (mmol·l⁻¹)	12,9	2,09	16,70	8,90	12,1	1,89	14,40	8,20
CR-10	9,7	0,69	10,00	8,00	9,7	0,83	10,00	7,00
FG (ciclos·min⁻¹)	39,9	3,37	45,00	33,80	41,1	3,48	45,50	33,00

Tabela 13. Características antropométricas da amostra (média e desvio-padrão).

Alturas (cm)	Estatura	177,8 (5,4)
	Altura sentado	91,6 (2,4)
Massa Corporal (kg)		71,8 (6,5)
Perímetros (cm)	Peitoral	98,2 (5,2)
	Braquial Rep	30,5 (2,6)
	Braquial Max	33,3 (2,1)
	Geminal	36,8 (2,1)
Comprimentos (cm)	Envergadura	182,6 (7,8)
	MS	71,4 (3,4)
	Mão	19,0 (0,6)
	Pé	26,4 (1,2)
Larguras (cm)	Mão	8,1 (0,6)
	Pé	9,7 (0,4)
Diâmetros (cm)	TT	30,4 (2,5)
	TS	20,9 (1,3)
	Biacromial	39,7 (3,4)
	Bicristal	28,3 (1,3)
	BU	6,7 (0,3)
	BF	9,3 (0,8)
Pregas (mm)	Bicipital	3,9 (1,2)
	Tricipital	8,1 (2,8)
	Subescapular	8,3 (1,3)
	Midaxilar	6,9 (2,3)
	Suprailíaca	11,2 (4,8)
	Abdominal	9,6 (3,9)
	Crural	11,4 (4,7)
	Geminal	9,2 (4,2)

5.3. Desenho do estudo

O presente estudo teve lugar entre o 2º e o 6º microciclos de treino (de duração semanal), do 1º macrociclo da época desportiva 2013/14, o que terá garantido que os dados não tenham sido contaminados por algum efeito retardado de cargas aplicadas anteriormente (*wash out*), atendendo a que: i) os nadadores apresentam um declínio do seu estado de forma no período de transição entre épocas desportivas, o que se repercute nas velocidades de nado (Mujika, Chatard, Busso, Geyssant, Barale & Lacoste, 1995; Anderson et al., 2006); ii) é nos primeiros meses de treino que se verificam maiores evoluções na capacidade aeróbia, período correspondente a um claro aumento do volume de treino (Ryan et al., 1990; Sharp, Vitelli, Costil & Thomas, 1984); iii) no início da época desportiva, o músculo encontra-se mais disponível à aquisição de adaptações, nomeadamente na produção de energia pela via aeróbia (Madsen, 1983).

Em função do protocolo escolhido, e dada a intensidade progressiva exigida (até ao nível máximo), considerou-se prematura a sua aplicação durante o primeiro microciclo de treinos – caracterizado por uma progressão muito lenta do volume e da intensidade.

Assim, a primeira aplicação do protocolo A teve lugar no final do 2º microciclo de treino (6ª feira ou sábado), existindo a garantia de não aplicação de cargas pesadas ou severas nas 36 horas que antecederam a sua aplicação, por acordo prévio com os respetivos treinadores.

As semanas de treino condicionado ocorreram entre o 3º e o 6º microciclos de treino.

A aplicação final do protocolo A teve lugar 36 a 54 horas após o final do referido processo de treino – de modo a minorar consideravelmente os efeitos de fadiga residual, os momentos de testagem respeitaram um mínimo de 36 horas de recuperação após o último treino com cargas pesadas ou severas (Smith et al., 2002). A tabela 14 resume o cronograma do estudo.

Tabela 14. Cronograma do estudo 3

24 a 48 antes do início do processo de treino diferenciado	Aplicação do Protocolo A	7x200m crol
4 semanas de treino condicionado nas zonas A1, A2 e PA		
36 a 54 horas após a conclusão do processo de treino diferenciado	Aplicação do Protocolo A	7x200m crol

Os nadadores foram distribuídos, de modo aleatório, por dois grupos de 10 elementos - garantindo-se em cada clube, uma divisão de 50% para cada um dos grupos. Durante 4 semanas, as tarefas de treino nas zonas de intensidade A1, A2 e PA, foram diferenciadas do seguinte modo: o **grupo 1** realizou as tarefas utilizando sempre a mesma série progressiva (integrando as 3 zonas de intensidade referidas), enquanto o **grupo 2** cumpriu séries exatas para cada uma das zonas de intensidade referidas – as restantes tarefas, de cada unidade de treino, foram realizadas por ambos os grupos.

Durante o 3º e 6º microciclo de treino todos os nadadores cumpriram o plano geral de treinos definido pelos respetivos treinadores, com o único condicionamento na realização de tarefas nas zonas A1, A2 e PA, na técnica de crol, que foram cumpridas em função dos grupos definidos e segundo o programado e apresentado na Tabela 15.

As velocidades prescritas e os tempos de saída foram individualizados, em função dos valores da 1ª aplicação do protocolo A, garantindo-se pausas entre as repetições de 8 a 12 segundos em A1, 13 a 17 segundos em A2 e 23 a 28 segundos em PA, conforme encontrado e reportado no estudo 1 desta dissertação.

Os valores da PA foram calculados acrescentando 10% à velocidade individual determinada em A2, valor extremamente aproximado de outros constantes na bibliografia (Costil, 1970; Coyle et al., 1988, citados por Billat, 1996; Olbrecht, 2000; Seiler & Kjerland, 2006).

Conforme análise da tabela 15, pode observar-se que, no grupo 1, a tarefa foi mantida inalterável desde o início ao final do estudo – treino intervalado com séries progressivas de A1 a PA; enquanto que, no grupo 2, se realizou um planeamento “tradicional”, com um aumento inicial do volume das tarefas condicionadas (A1), seguindo-se um aumento progressivo da intensidade das mesmas (A2 e PA), ao longo das 4 semanas – treino intervalado com séries exatas.

Foram efetuados acertos pontuais nas velocidades realizadas – supervisionadas pelos respetivos treinadores – sempre que o cumprimento do prescrito se revelou inadequado (por impossibilidade de cumprimento), ou quando as adaptações ao próprio processo de treino justificaram um aumento das velocidades (por se terem tornado demasiado fáceis, em função dos valores de FC e PE).

O número de sessões de treino realizadas durante o período definido variou entre as 24 e as 29 unidades de treino - em função dos planeamentos de cada clube/treinador – com volumes, por sessão, a variar entre os 4000 metros e os 7000 metros – também por força do tradicional aumento do volume, muito característico nesta fase da época.

Tabela 15. Cronograma da distribuição das tarefas condicionadas ao longo do estudo. V(s) definidas em função dos resultados individuais do Protocolo A.

	Grupo 1	Grupo 2
1ª Semana	2ª feira – 2x(12x100 – 7 em A1 p=10" 4 em A2 p=15" 1 em PA p= 2')	2ª feira – 26x100 p=10" (A1) 4ª feira – 26x100 p=10" (A1) 6ª feira - 10x100 p=10" (A1) + 3' + 10x100 p=15" (A2)
	4ª feira – Idem 6ª feira – Idem	
2ª Semana	2ª feira – 2x(12x100 – 7 em A1 p=10" 4 em A2 p=15" 1 em PA p= 2')	2ª feira – 22x100 p=10" (A1) 4ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 6ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2)
	4ª feira – Idem 6ª feira – Idem	
3ª Semana	2ª feira – 2x(12x100 – 7 em A1 p=10" 4 em A2 p=15" 1 em PA p= 2')	2ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 4ª feira – 12x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 6ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 2x(5x100 p=20") P=3' (PA)
	4ª feira – Idem 6ª feira – Idem	
4ª Semana	2ª feira – 2x(12x100 – 7 em A1 p=10" 4 em A2 p=15" 1 em PA p= 2')	2ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 3ª feira – 12x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 5ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 3x(5x100 p=20") P=3' (PA)
	3ª feira – Idem 5ª feira – Idem	

O Volume total de metros cumpridos em regime condicionado, bem como em cada intensidade, foi muitíssimo semelhante em ambos os grupos, conforme tabela 16. De modo manter a estrutura das tarefas o mais semelhante possível entre os dois grupos, a distância base adotada para todas as tarefas manteve-se inalterável – 100 metros.

Tabela 16. Volume (m) realizado nas tarefas condicionadas por zona de intensidade (A1, A2 e PA), em cada grupo.

	A1	A2	PA	TOTAL
Grupo 1	16 800	9 600	2 400	28 800
S. Progressivas				
Grupo 2	16 400	10 000	2 500	28 900
S. Exatas				

5.4. Resultados

Na tabela 17 encontram-se os resultados, para cada grupo, correspondentes ao regime de treino A1. Podemos verificar que, em ambos os grupos, se verificaram incrementos significativos da V, com ES pequeno, sendo esta a única variável que sofreu alterações no grupo que utilizou as séries exatas – grupo 2.

Por sua vez, no grupo 1, também se verificaram diferenças nas seguintes variáveis: FC, PE, FG e $\dot{V}p$, todas elas com um ES médio; não havendo diferenças a registar nas variáveis La e do IN.

Relativamente ao regime de treino em A2, os resultados encontram-se registados na tabela 18. No grupo 2, podemos verificar a existência de melhorias significativas na V, com ES de nível pequeno. No grupo que cumpriu a tarefa progressiva – grupo 1 –, as melhorias da velocidade não apresentaram diferenças estatísticas, apesar de os valores se encontrarem no limiar dessa situação – $p=0.06$.

Ainda em A2, no grupo 1 verificaram-se diferenças na FG (ES médio) e na $\dot{V}p$ (ES pequeno).

Tabela 17. Valores (média e desvio-padrão) para A1 de: Velocidade (V-m·s-1), Lactatemia (La-mM), Frequência Cardíaca (FC-bpm), Perceção do Esforço (PE – CR-10), Frequência Gestual (FG- ciclos·min-1), Índice de Nado (IN-m2·c-1·s-1), Eficiência Propulsiva (η p-%) – determinados num teste progressivo 7x200L (adapt. Pyne et al., 2000), realizados antes (inicial) e após (final) a aplicação do regime diferenciado de treino; Grupo 1 – Séries Progressivas; Grupo 2 – Séries Exatas.

	Grupo 1		Effect Size		Grupo 2		Effect Size	
	Inicial	Final	Valor	Nível	Inicial	Final	Valor	Nível
V	1,34 (0,06)	1,38 (0,05)**	0.51	P	1,32 (0,9)	1,36 (0,07)**	0.35	P
La	3,6 (1,1)	3,8 (1,2)			3,7 (0,9)	3,7 (1,1)		
FC	151,1 (7,6)	160 (7,4)**	0.85	M	157 (15,5)	158,9 (13,5)		
PE	3,3 (0,5)	3,9 (0,6)*	0.77	M	3,8 (0,7)	3,3 (0,7)		
FG	27,7 (2,6)	30,3 (1,9)*	0.82	M	28,9 (1,8)	29,8 (3,0)		
IN	3,88 (0,32)	3,79 (0,24)			3,63 (0,48)	3,78 (0,60)		
ηp	37 (4)	34 (3)*	0.61	M	35 (4)	36 (5)		

Legenda: * $p \leq .05$; ** $p \leq .01$. P – Pequeno; M – Médio

Tabela 18. Valores (média e desvio-padrão) para A2 de: Velocidade (V-m·s-1), Lactatemia (La-mmol·L-1), Frequência Cardíaca (FC-bpm), Perceção do Esforço (PE – CR-10), Frequência Gestual (FG- ciclos·min-1), Índice de Nado (IN-m2·c-1·s-1), Eficiência Propulsiva (η p-%) - determinados num teste progressivo 7x200L (adapt. Pyne et al., 2000), realizados antes (inicial) e após (final) a aplicação do regime diferenciado de treino; Grupo 1 - Séries Progressivas; Grupo 2 - Séries Exatas.

	Grupo 1		Effect Size		Grupo 2		Effect Size	
	Inicial	Final	Valor	Nível	Inicial	Final	Valor	Nível
V	1,40 (0,06)	1,42 (0,05)			1,39 (0,8)	1,41 (0,07)**	0.19	T
La	5,3 (1,9)	5,0 (1,4)			5,6 (1,1)	5,3 (1,8)		
FC	163,9 (8,1)	167 (7,6)			167,9 (15,1)	168,3 (15,6)		
PE	5,3 (1,1)	5,9 (0,8)			5,6 (0,9)	5,2 (1,0)		
FG	30,4 (1,9)	32,3 (1,5)**	0.79	M	31,6 (1,8)	32,4 (3,2)		
IN	3,88 (0,20)	3,75 (0,23)			3,68 (0,46)	3,74 (0,63)		
ηp	35 (3)	33 (2)**	0.57	P	34 (4)	34 (5)		

** $p \leq .01$ P – Pequeno; M – Médio; T – Tangencial

Os valores do regime de treino PA encontram-se registados na tabela 19. Neste regime de treino apenas o grupo 1 apresentou melhorias da velocidade, com um ES pequeno. Já no grupo 2, as melhorias não apresentaram diferenças estatisticamente significativas – $p=0.09$ – contudo, encontram-se muito próximas dessa situação.

No treino da PA não se verificaram quaisquer outras diferenças dos resultados entre o início e o final do estudo.

Tabela 19. Valores (média e desvio-padrão) para PA de: Velocidade (V-m·s-1), Frequência Cardíaca (FC-bpm), Perceção do Esforço (PE – CR-10), Frequência Gestual (FG-ciclos·min-1), Índice de Nado (IN-m2·c-1·s-1), Eficiência Propulsiva (η_p -%) – determinados num teste progressivo 7x200L (adapt. Pyne et al, 2000), realizados antes (inicial) e após (final) a aplicação do regime diferenciado de treino; Grupo 1 - Séries Progressivas; Grupo 2 - Séries Exatas.

	Grupo 1		Grupo 2	
	Inicial	Final	Inicial	Final
V	1,57 (0,07)	1,60 (0,06)**	1,56 (0,9)	1,58 (0,08)
FC	182,7 (7,2)	184,3 (7,6)	184,4 (7,8)	186,3 (9,3)
PE	9,5 (0,7)	9,7 (0,7)	9,6 (0,7)	9,5 (1,1)
FG	39,7 (3,6)	39,6 (3,3)	39,4 (3,2)	41,0 (3,1)
IN	3,75 (0,39)	3,90 (0,29)	3,70 (0,31)	3,69 (0,45)
η_p	30 (3)	30 (2)	31 (3)	30 (3)

** $p \leq 0.01$, com Effect Size = 0.33 (Pequeno)

5.5. Discussão

O presente estudo teve como principais objetivos determinar e comparar o efeito de dois tipos de treino intervalado diferenciados – Séries Progressivas versus Séries Exatas – aplicadas em quatro microciclos do período preparatório do 1º macrociclo da época, nas zonas de intensidade predominantemente aeróbias: A1, A2 e PA, em nadadores de nível internacional e nacional, através da análise de parâmetros Cronométricos (V), Bioenergéticos (La e FC), Biomecânicos (FG, IN e η_p) e Psicológicos (PE) encontrados em situação protocolar e no cumprimento das tarefas tipificadas.

Parece evidente que, na natureza, as melhorias se apresentam segundo uma lógica de ciclicidade, o que, aplicado aos nadadores, representaria a perda total ou parcial do estado de forma nos períodos de transição entre épocas; contudo, tal não se verificou de forma conclusiva num estudo longitudinal de Anderson et al. (2006), realizado com nadadores de elite – 24 masc. e 16 fem. – no que respeita ao estado de forma.

Costa et al. (2013b) não encontraram adaptações significativas intra época e entre duas épocas consecutivas, a nível das variáveis energéticas nas intensidades correspondentes a V4, tendo-se verificado ligeiras melhorias, de 1.7 e 1.1%, respetivamente na 1ª e 2ª épocas. Contudo, incrementos das velocidades de treino inferiores a 1%, em nadadores adultos, apesar de poderem não representar diferenças estatísticas, poderão ser importantes na elevação do processo de treino e em subsequentes prestações de nível superior.

De modo análogo, nadadores de nível absoluto dificilmente concretizam melhorias consideráveis de prestação, numa época desportiva (Costa et al., 2012b).

O presente estudo contrariará parcialmente algumas conclusões suprarreferidas, dado que se verificaram melhorias das velocidades, decorrentes das 4 semanas de treino que mediam os dois momentos de avaliação, em todas as zonas de intensidade avaliadas em, pelo menos, um dos grupos. Esta realidade virá ao encontro dos resultados de Ryan et al. (1990) que verificaram, no início da época desportiva e após 4 semanas de treino, melhorias significativas em V4 de $1.32 (0.12) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ para $1.52 (0.08) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, apesar das evoluções encontradas no presente estudo, para uma intensidade aproximada à do referido estudo - A2 -, terem sido menos exuberantes, e com significado estatístico verificado apenas no grupo das séries exatas – grupo 2 – com um ES tangencial.

Também outros autores partilham a ideia de um decréscimo evidente do estado de forma que se verifica após um período de transição entre épocas desportivas, a referir: i) os nadadores apresentam estados de forma inferiores no período de transição entre épocas desportivas, o que se repercute nas velocidades de nado (Anderson et al, 2006; Mujika et al, 1995); ii) é nos primeiros meses de treino que se verificam incrementos superiores da capacidade aeróbia, período correspondente a um inequívoco aumento do volume de treino (Ryan et al., 1990; Sharp et al., 1984); iii) no início da época desportiva, o músculo encontra-se mais disponível para concretizar adaptações, nomeadamente na produção de energia pela via aeróbia (Madsen, 1983).

Os 4 microciclos de treino, correspondentes à duração do presente estudo, permitiram evoluções semelhantes, da V, entre os dois grupos, para o regime de A1 – $p < 0.01$, com um ES pequeno. Nesta zona de intensidade, apenas o grupo 1 apresentou incrementos significativos da FC, com um ES médio; contudo, o valor da FC do teste final – 160 (7) bpm – foi muito semelhante ao do grupo 2 – 158.9 (13.5) bpm –, apesar de ambos serem mais elevados que os encontrados no 2º estudo da presente dissertação, para a mesma zona de intensidade. Esta situação vem, no entanto, ao encontro do referido em alguns estudos, que alertam para a possibilidade de se verificarem diferenças da FC entre dias, para a mesma intensidade, correspondente a 6% (Lambert, Mbamba & Gibson, 1998) e a 6,5%, (Bagger, Petersen & Petersen, 2003), como resultado de: i) estado de treino; ii) condições ambientais; iii) níveis de hidratação; iv) medicação; v) diferentes horários de treino (Achten & Jeukendrup, 2003; Olbrecht, 2000; Robinson et al., 1991). Para as restantes situações do estudo, os valores de FC mantiveram-se estáveis.

Anderson et al. (2006) alertam para o facto de as alterações verificadas na FC intra época e durante os vários anos, terem sido inferiores ao erro típico de medida, contudo alguns nadadores apresentaram variações substanciais - $\pm 3,5\%$ - o que justificará um investimento individualizado no processo de controlo do treino, evitando assim lapsos de prescrição, resultantes da aplicação de valores de tendência central, que muitas vezes se encontram em dissonância com alguns elementos do grupo ou da amostra – algo que não se verificou no presente estudo, na medida em que a prescrição das V(s) foi sempre realizada com base nos resultados individuais, decorrentes da aplicação do protocolo de Pyne et al. (2000).

Ainda no regime A1, a PE, no grupo 1, sofreu um aumento entre a avaliação inicial e final, com um ES médio, o que estará em conformidade com o já referido aumento da FC; tal facto, no entanto, não teve a mesma correspondência com os valores de La, que se mantiveram semelhantes.

Nos microciclos iniciais de cada época desportiva, será essencialmente privilegiado um nível de volume elevado, com o objetivo de provocar adaptações na capacidade aeróbia dos nadadores (Costil, Thomas, Robergs, Pascoe, Fink, et al., 1991, citados por Costa et al., 2012a), onde poderá existir um insuficiente trabalho técnico prescrito pelos treinadores (Costa et al., 2012a).

No presente estudo verificaram-se decréscimos significativos da $\dot{V}p$, entre as avaliações iniciais e finais, no grupo 1, para as zonas A1 e A2 – com um ES médio em A1 e pequeno em A2. Sabendo-se que as V(s), para as mesmas zonas, sofreram melhorias importantes – significativas apenas em A1, mas também importantes em A2, com $p = 0.06$ –,

tal poderá significar que as adaptações fisiológicas terão sido positivas, mas as alterações biomecânicas negativas, até porque, no garante desta lógica, os valores da FG também aumentaram significativamente, com um ES médio em ambas as zonas. Esta realidade poderá indiciar que a progressividade intra série da intensidade não terá permitido a necessária adaptação muscular local, nos regimes de A1 e A2, resultado de uma permanência com duração insuficiente em cada uma dessas zonas de intensidade, conforme o referido por Fernandes, Marinho, Barbosa e Vilas-Boas (2006), os quais defendem que a realização de tarefas de treino que aumentem a competência dos nadadores na manutenção das aptidões técnicas deve ter uma rotina diária, de modo a permitir alcançar uma eficiência mecânica propulsiva mais elevada em esforços prolongados de alta intensidade. Esta hipótese ganhará ainda maior consistência, quando verificamos que, no grupo 2, aos aumentos significativos da V corresponderam manutenções – ou ligeiras melhorias – da η_p , sem que se tivessem verificado diferenças na FG.

Importa também realçar que o decréscimo dos valores de η_p correspondeu a um importante aumento das velocidades para A1 e A2, no grupo 1, o que vem ao encontro de outros estudos: i) um de Ribeiro, De Jesus, Figueiredo, Toussaint, Guidetti, Alves, Vilas-Boas, & Fernandes, (2013), onde, num teste progressivo de 10x25m crol, ao aumento da sucessivo da V correspondeu um decréscimo significativo de η_p ; ii) outro estudo, de Ribeiro, Toubekis, Figueiredo, de Jesus, Toussaint, Alves, ... e Fernandes (2016), com uma amostra de 10 nadadores classificados como de elite, onde o valor de η_p decresceu significativamente ($5.18 \pm 7.25\%$, $p \leq 0.05$) entre as V(s) correspondentes ao LAn ($\eta_p = 0.38 \pm 0.02$) e à PA ($\eta_p = 0.36 \pm 0.03$).

Curiosamente, para o grupo 1, nas zonas A1 e A2, o IN não sofreu alterações significativas, contrariamente ao ocorrido com a η_p , que sofreu decréscimos significativos. Este facto comprovará que estes dois índices, não são sempre coincidentes, permitindo análises e apreciações distintas quanto ao nível de execução técnico. Tal foi, aliás, verificado num estudo de Costa et al. (2012a), onde o IN estava significativamente correlacionado com o resultado em 200m livres, o que não se verificava com a FG ou a η_p .

Relativamente ao regime A2, o grupo 2 obteve incrementos da V, com um ES tangencial, no entanto, muito importante no processo de treino. Tal como já se tinha verificado em A1, para este grupo, não se verificaram quaisquer outras alterações nas restantes variáveis.

Como já foi referido, na zona de treino A2, o grupo 1 não apresentou diferenças significativas da V – $p=0,06$ –, contudo, numa perspetiva do processo treino, a evolução verificada é importante, devendo ser considerada para efeitos da prescrição da V .

A PA é zona de intensidade em que o O_2 é utilizado na sua expressão máxima. Reis et al. (2012), afirmam que, uma única repetição com a duração de 6 minutos a uma intensidade severa constante é suficiente para atingir o VO_{2max} ; e defendem que, apesar de ainda não estar claramente definido qual o modelo de treino – volume, intensidade e duração – que promove melhores evoluções na cinética do VO_2 , parece lógico que o TIAI ou o treino de repetições curtas, deverão ser assíduos no processo de treino de nadadores de meio-fundo. No presente estudo, no regime de treino da PA, apenas uma variável sofreu alterações, tratou-se da V , para o grupo 1, onde a melhoria foi significativa, com um ES pequeno. Quando comparamos esta situação com a verificada para A1 e A2, no mesmo grupo, para as variáveis FG e Πp , a inexistência da permanência prolongada em tarefa, no regime de PA, não provocará ajustamentos adaptativos negativos de âmbito técnico, eventualmente, por se tratar de uma zona onde o volume é tradicionalmente inferior, não se verificando alterações nas variáveis biomecânicas.

No grupo 2, na zona de treino de PA, não se verificaram diferenças significativas da V – $p=0.095$ – contudo, estes incrementos serão muito importantes na prescrição das cargas, e com eventuais repercussões nas prestações competitivas. Importa referir que, apesar de o grupo 2 só ter iniciado o treino da PA na 3ª semana do estudo, vários elementos da amostra apresentaram dificuldades no cumprimento das $V(s)$ prescritas, o que poderá ter contribuído para uma menor adaptação/evolução da V , quer do ponto de vista estatístico, quer na comparação com o grupo 1. Por sua vez, no grupo 1, as $V(s)$ foram cumpridas pela totalidade da amostra, onde as maiores dificuldades se verificaram no cumprimento da intensidade prescrita para A2, mas apenas na 1ª semana do estudo. Assim, do ponto de vista operacional do processo de treino, parece evidente que, no início da época desportiva, as séries progressivas serão aquelas que contribuirão para uma mais rápida evolução da PA.

Os resultados verificados justificarão uma análise complementar de algumas variáveis. A FC, como meio privilegiado do controlo da carga por parte dos treinadores portugueses (dados do 1º estudo da presente dissertação), merece uma análise particular, não só por algum anacronismo existente entre estudos, como também na sua relação com outras variáveis.

No já referido estudo de Anderson et al. (2006), verificou-se uma estabilidade da FC - ≈ 166 bpm - para um valor fixo de lactatemia de $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Se considerarmos que o OBLA corresponde a uma intensidade aproximada de A2, o referido valor da FC corresponderá, em absoluto, aos valores de FC encontrados no presente estudo. Contudo, neste estudo, os valores de La, em A2, encontram-se mais elevados - $\approx 5.3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ - o que pressuporá um nível inferior de prestação aeróbia, ou uma adaptação retardada ao processo de treino, visto o estudo ter tido lugar nas primeiras 6 semanas do 1º macrociclo da época desportiva. Esta última hipótese ganhará maior consistência quando compararmos o valor médio da lactatemia de $3,56 (0.53) \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, em A2, para uma FC média de $161 (7,96)$ bpm, encontrados no 2º estudo da presente dissertação que, recorde-se, teve lugar no início do 2º macrociclo da época desportiva - estes últimos valores já se encontram em consonância com os apresentados por Anderson et al. (2006).

Os valores La e PE, de um estudo de Bentley et al. (2005), apresentam alguma disparidade relativamente aos do presente estudo; se por um lado, os valores de $\approx 93\%$ do $\text{VO}_{2\text{max}}$, corresponderão a velocidades ligeiramente superiores a A2, com valores de FC em conformidade com o referido - ≈ 178 bpm para ≈ 167 bpm no presente estudo - já os dados, do referido estudo, de La ($\approx 3,3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) e PE (≈ 11 , na escala de Borg 6-20), serão muito inferiores ao esperado, situando-se ao nível de um regime de intensidade mais consentâneo com A1; tal facto não é, no entanto, constatado ou discutido pelos autores. A aparente diferença de nível técnico/desportivo das amostras, com um nível superior a verificar-se no presente estudo, poderia ser uma eventual explicação para diferenças de valores existentes entre os estudos, contudo, os reduzidos níveis de lactato e sobretudo da PE a velocidades de $\approx 93\%$ do $\text{VO}_{2\text{max}}$, verificados por Bentley et al. (2005), não têm qualquer correspondência com a hipótese referida.

Relativamente às variáveis biomecânicas avaliadas no presente estudo importa realizar algumas análises:

No anteriormente já referido estudo de Anderson et al. (2006), realizado durante 5 épocas desportivas, verificou-se a tendência para um desenvolvimento das capacidades anaeróbias através do aumento do pico de concentração de lactato encontrado após repetições máximas de 200m; na globalidade da amostra, verificou-se um aumento da FG e um decréscimo da DC, ao longo do estudo. Um aumento da FG também acompanhou uma melhoria da V, no grupo 1, para A1 e A2 - nesta última sem diferenças significativas. Contudo, os referidos autores apresentaram os dados em valores percentuais, impedindo assim outro tipo de discussão.

Num estudo longitudinal realizado por Costa et al. (2013b), um incremento na intensidade do treino – na PA – na 2ª época do estudo, terá sido determinante nas alterações de FG e DC. Também se verificou uma melhoria da eficiência mecânica propulsiva em ambos os índices: $IN \approx 4\%$ e $\eta_p \approx 3\%$, durante os dois anos de treino estudados. Por sua vez, a utilização da Modelação Hierárquica Linear (MHL) demonstrou existir um impacto positivo da FG no resultado desportivo; esta importância da FG já havia sido verificada noutros estudos (Terminid & Pendergast, 2000; Huot-Marchant et al., 2005).

Costa et al. (2013b), no estudo já referido, concluem que os nadadores necessitam de, pelo menos, duas épocas consecutivas para concretizarem ligeiros incrementos a nível de: resultados, perfil energético e perfil biomecânico. Consequentemente, as características individuais dos nadadores deverão ser o principal foco de atenção dos treinadores no processo e controlo do treino. No entanto, Costa et al. (2012b) num estudo longitudinal correspondente a uma época desportiva afirmam que, para a melhoria da η_p , será determinante alcançar uma elevada capacidade aeróbia numa fase precoce da época, onde deverá coexistir um investimento no trabalho técnico.

Fernandes et al. (2006), num estudo com nadadores jovens absolutos – 17,5 (1,56) anos de idade; pontuação LEN de 533.4 (39.8) a vVO_{2max} de $1.45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (0.04) – afirmam que a capacidade para manter uma elevada eficiência mecânica propulsiva, assim como uma elevada DC e IN (3.60 ± 0.38) à vVO_{2max} , parece indiciar uma melhoria: i) da capacidade bioenergética em retardar o aumento da fadiga muscular local ou, ii) na capacidade de suportar incrementos da fadiga muscular localizada. Estes autores concluem afirmando que a melhoria da DC e do IN, como expressões da capacidade técnica específica, devem ser promovidos e controlados no processo de treino; sugerem ainda o cumprimento assíduo de tarefas de treino longas e a intensidade elevada, onde os nadadores sejam instruídos na manutenção de elevados níveis de eficiência mecânica propulsiva.

Num estudo de Neiva et al. (2015), centrado na análise das implicações que diferentes intensidades no aquecimento pré-competitivo terão no resultado de uma prova de 100m Livres, foram apresentados dados biomecânicos (quadro 18), que apresentam valores de IN e η_p muito aproximados aos do presente estudo para o regime de PA, apesar da velocidade ser naturalmente diferente ($\approx 1,58$ para $1,73 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), por força de regimes de intensidade distintos, acrescidos de os 100m Livres terem sido realizados com salto.

Num estudo de Figueiredo, Vilas-Boas, Seifert, Chollet e Fernandes (2010), onde foi avaliado o Índice de Coordenação ao longo de 4 parciais de uma prova de 200m livres, em 6 nadadores masculinos, os valores da velocidade – 1.64 (0.04) e 1.40 (0.08) $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ entre o 1º e

o 4º parcial – aproximaram-se aos do presente para as velocidades de A2 e PA; no entanto, os valores da FG, no estudo referido, apresentaram-se claramente superiores – entre 49.8 (3.04) e 43.8 (3.18) ciclos·min⁻¹ – o que nos permitirá concluir que a presente amostra apresentará um nível técnico superior.

O IN e a Π_p , dos estudos suprarreferidos, apresentam valores absolutos extremamente aproximados aos do presente estudo, com amostras de nível técnico semelhantes, o que será garante de validade e rigor científicos.

5.6. Conclusões

No presente estudo foram realizadas comparações entre dois modelos distintos de treino intervalado – séries progressivas VS séries exatas – no desenvolvimento de 3 zonas de intensidade predominantemente aeróbias: A1, A2 e PA, numa fase inicial da época desportiva: da 3ª à 6ª semana.

As principais conclusões do estudo, são as seguintes:

- Ambas as séries possibilitaram evoluções significativas da V, no regime A1. Contudo, as séries exatas revelaram-se mais vantajosas pela estabilização dos parâmetros de execução técnica.
- As séries exatas permitiram um melhor desenvolvimento da V na zona A2, sem prejuízo para as restantes variáveis.
- As séries progressivas permitiram uma maior evolução da V, na PA, sem prejuízo para as restantes variáveis.

5.7. Aplicabilidade no processo de treino

As conclusões do presente estudo poderão ter aplicação no processo de treino, tendo em consideração os objetivos, o planeamento e periodização do treino e as condições para a sua aplicabilidade.

Em termos de operacionalização do processo de treino, sugere-se:

- i. As séries exatas sejam preferencialmente utilizadas nos regimes de treino A1 e A2, sempre que exista um objetivo simultâneo de manutenção / desenvolvimento da execução técnica;
- ii. As séries exatas tendem a apresentar-se como as mais apropriadas para um, mais rápido, desenvolvimento e consolidação das zonas de treino A1 e A2.
- iii. Para um desenvolvimento e consolidação mais célere da PA, as séries progressivas sugerem ser as mais adequadas.
- iv. Sempre que se verificar uma situação de disponibilidade temporal reduzida, para o desenvolvimento das capacidades aeróbias, a utilização das séries progressivas parecem ser as que melhor responderão ao desenvolvimento concomitante de A1, A2 e PA.

CONCLUSÕES GERAIS

O presente estudo pretende constituir um contributo para uma avaliação ecológica do processo de avaliação e prescrição do treino em nadadores de nível competitivo suportado nas seguintes premissas:

- a) Reconhecimento das opções dos treinadores portugueses de NPD na adopção de métodos de controlo do treino e na operacionalização de tarefas adequadas para estimulação de zonas intensidade de treino predominantemente aeróbias;
- b) Comparar as intensidades prescritas pelos treinadores com as determinadas protocolarmente e as realmente cumpridas pelos nadadores;
- c) Investigar o efeito de dois modelos de operacionalização da carga para o desenvolvimento da resistência específica em nadadores.

São conclusões gerais da presente dissertação as seguintes:

- i. Os treinadores portugueses, com nadadores absolutos de nível nacional e internacional, têm na FC a variável preferencial de controlo da carga aeróbia;
- ii. Os mesmos treinadores apresentaram clara preferência pelo método intervalado, sempre que objetivam o desenvolvimento das capacidades aeróbias dos seus nadadores;
- iii. Os treinadores portugueses integrantes da amostra, na prescrição das zonas de treino A1 e A2, apresentaram, tendencialmente, propostas de Vs inferiores ao que foi protocolarmente determinado, com uma exceção para A2, quando a distância base foi de 100m;
- iv. Os nadadores desta amostra cumpriram, maioritariamente, as prescrições das velocidades dos respetivos treinadores, nas zonas A1 e A2;
- v. Nesta amostra as séries exatas revelaram-se como as mais indicadas para proporcionar rápidas melhorias nas zonas de intensidade A1 e A2.
- vi. Neste estudo as séries exatas parecem ser as mais apropriadas para uma melhoria do comportamento dos parâmetros fisiológicos e técnicos, concomitante, nos regimes aeróbios A1 e A2.
- vii. As séries progressivas parecem apresentar maiores vantagens quando se objetivam progressões rápidas no desempenho em intensidades de PA.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O processo de treino desportivo conducente ao alto rendimento, superando sucessivamente os limites e capacidades dos atletas, constitui um sistema dinâmico complexo. A organização e condução das inter-relações múltiplas, dos vários elementos integrantes do sistema, assumem a dimensão de uma autêntica criação artística em busca da perfeição, mas onde a justeza das medidas tomadas, não é possível garantir integralmente (Proença, 1990).

Assim, e objetivando avaliar situações de nado absolutamente reais no processo de treino – não condicionadas pela utilização de materiais algo intrusivos a nível da execução técnica e das V(s) de deslocamento – optou-se pela não utilização de alguma tecnologia de ponta, garantindo a natureza ecológica do estudo.

Mas realizar um trabalho de investigação na área do Treino Desportivo, respeitando as condições reais de treino dos atletas será, por si só, uma opção com elevados riscos, daí o diminuto número de trabalhos com estas características (Jones & Carter, 2000; Laursen & Jenkins, 2002; Proença, 1990)

Contudo, existe a consciência de que outras variáveis poderiam ter sido objeto de análise complementar, caso existissem condições materiais para a sua realização, a referir:

- a) Avaliação metabólica do VO_{2max} nas tarefas de treino avaliadas para a determinação do custo energético;
- b) Análise biomecânica do padrão técnico utilizado.

SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

A aprendizagem decorrente da elaboração desta dissertação, levantou-nos novas questões, que nos parecem pertinentes para o desenvolvimento de futuras investigações. A tipificação das amostras é sempre um factor passível de alterações, quer pelo aumento das referidas, como também, pela possibilidade de ser realizada com: a) nadadores mais jovens – do escalão de juvenis –, b) nadadores mais velhos – exclusivamente da categoria sénior; c) Nadadoras (sexo feminino), com as necessárias adaptações e variáveis complementares, sobretudo a nível da lactatemia, por questões hormonais.

Contudo, tal só será possível caso um conjunto de nadadores de nível competitivo relevante e respetivos treinadores se disponibilizem para alterar os seus modelos de preparação, durante períodos de tempo relativamente alargados – mínimo um mesociclo, mas de um macrociclo como situação desejável.

Assim, e independentemente das variáveis adicionais que venham a ser avaliadas – apresentadas no capítulo “limitações do estudo” – mas mantendo as características dos nadadores avaliados (meio-fundo e fundo) sugere-se para estudos futuros:

- Avaliar a distribuição da carga de treino, pelas várias zonas de treino aeróbio, considerando distintos modelos de periodização utilizados – por exemplo, comparar um modelo de periodização clássica *versus* o modelo de treino polarizado.
- A utilização de outros tipos de séries, habitualmente utilizados no treino de nadadores, mereceria uma avaliação. Assim, para as zonas A1, A2 e PA, seriam avaliados os seguintes tipos de tarefas: a) mistas; b) com variação do intervalo de recuperação; c) exatas e progressivas com distâncias base distintas; d) intervaladas de alta intensidade e) repetições médias; e f) repetições longas. O número de avaliações e comparações a este nível é bastante extenso.
- Análise comparativa entre os métodos de treino: Treino Intervalado Extensivo *versus* Treino Contínuo Uniforme Extensivo; Treino Contínuo Variado *versus* Treino Intervalado; Treino Intervalado de Alta Intensidade *versus* Treino Contínuo Uniforme Intensivo; ou Treino de Repetições *versus* Treino Intervalado Intensivo; de entre outras possíveis.

- Noutro sentido, poder-se-ão realizar estudos com nadadores de outras especialidades, por exemplo: velocistas, estilistas ou de águas abertas, onde seriam avaliadas, respetivamente: séries específicas, diversas das anteriormente referenciadas, e volumes bem mais exacerbados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadía, O.; Cuadrado, G.; Garcia, F.J. (2002). *Análisis comparativo de dos tipos de planificación del entrenamiento en natación*. Revista digital: Rendimiento Deportivo. Número 2. In <http://www.RendimientoDeportivo.com/N002/Artic009.htm>
- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring. *Sports medicine*, 33(7), 517-538.
- Ackland, T. R., Mazza, J. C., & Carter, J. E. L. (1994). Summary and implications. *Kinanthropometry in Aquatic Sports (edited by JEL Carter and TR Ackland)*, 138-146.
- Alves, F. (1996). Resistência. In Castelo, J. et al., *Metodologia do treino desportivo*. Lisboa; Edições FMH-UTL.
- Alves, F. (2002). Desporto, saúde e educação. Pode o movimento associativo alhear-se dos grandes desígnios do desenvolvimento nacional. *Alta competição – uma cultura de exigência*, 117-145.
- Andersen, P., & Henriksson, J. (1977). Capillary supply of the quadriceps femoris muscle of man: adaptive response to exercise. *The Journal of physiology*, 270(3), 677.
- Anderson, M. E., Hopkins, W. G., Roberts, A. D., & Pyne, D. B. (2006). Monitoring seasonal and long-term changes in test performance in elite swimmers. *European journal of sport science*, 6(3), 145-154.
- Åstrand, P. (1981). Aerobic and anaerobic energy sources in exercise. In *Physiological chemistry of exercise and training* (pp. 22-37). Karger Publishers.
- Atlaoui, D., Pichot, V., Lacoste, L., Barale, F., Lacour, J., & Chatard, J. (2007). Heart rate variability, training variation and performance in elite swimmers. *International journal of sports medicine*, 28(05), 394-400.
- Azevedo, M., Garcia, A., Duarte, P., Rissato, M., Carrara, P., & Marson, A. (2009). Anaerobic threshold and bioenergetics: a didactic approach. *Maringá*, 20, 453-64.
- Bagger, M., Petersen, P. H., & Pedersen, P. K. (2003). Biological variation in variables associated with exercise training. *International journal of sports medicine*, 24(06), 433-440.
- Baldari, C. & Guidetti, L. (2000). A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of max lactate steady state. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(10), 1798-1802.
- Balikian, P.; Neiva, C. & Denadai, B. (1998). Indirect determination of maximal lactate steady state in swimming. *Acta Universitatis Carolinae: Kinanthropologica*; Vol. 34 Issue 2. P 59-66 8p
- Banister, E. W. (1991). Modeling elite athletic performance. *Physiological testing of elite athletes*, 403-424.
- Barbosa, T. M., Bragada, J. A., Reis, V. M., Marinho, D. A., Carvalho, C., & Silva, A. J. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *Journal of science and medicine in sport*, 13(2), 262-269.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *European journal of applied physiology*, 103(2), 139-149.

- Barbosa, T. M., Lima, V., Mejias, E., Costa, M. J., Marinho, D. A., Garrido, N., ... & Bragada, J. A. (2009). A eficiência propulsiva e a performance em nadadores não experts. *Motricidade*, 5(4), 27-43.
- Baron, B., Dekerle, J., Robin, S., Nevriere, R., Dupont, L., Matran, R., ... & Pelayo, P. (2003). Maximal lactate steady state does not correspond to a complete physiological steady state. *International journal of sports medicine*, 24(08), 582-587.
- Baron, B., Noakes, T. D., Dekerle, J., Moullan, F., Robin, S., Matran, R., & Pelayo, P. (2008). Why does exercise terminate at the maximal lactate steady state intensity? *British journal of sports medicine*, 42(10), 828-833.
- Barroso, R., Salgueiro, D. F., do Carmo, E. C., & Nakamura, F. Y. (2015). The Effects of Training Volume and Repetition Distance on Session Rating of Perceived Exertion and Internal Load in Swimmers. *IJSPP*, 10(7).
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70-84.
- Beneke, R. & von Duvillard, S. P. (1996). Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Medicine and science in sports and exercise*, 28(2), 241-246.
- Benetti, M., Santos, R. T. D., & Carvalho, T. D. (2000). Cinética de lactato em diferentes intensidades de exercícios e concentrações de oxigênio. *Rev bras med esporte*, 6(2), 51-6.
- Bentley, D. J., Newell, J., & Bishop, D. (2007). Incremental exercise test design and analysis. *Sports medicine*, 37(7), 575-586.
- Bentley, D. J., Roels, B., Hellard, P., Fauquet, C., Libicz, S., & Millet, G. P. (2005). Physiological responses during submaximal interval swimming training: effects of interval duration. *Journal of science and medicine in sport*, 8(4), 392-402.
- Berglund, B., & Säfström, H. (1994). Psychological monitoring and modulation of training load of world-class canoeists. *Medicine and science in sports and exercise*.
- Billat, L. V. (1996). Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. *Sports medicine*, 22(3), 157-175.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports medicine*, 31(1), 13-31.
- Billat, V. L., Demarle, A., Slawinski, J., Paiva, M., & Koralsztejn, J. P. (2001). Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(12), 2089-2097.
- Billat, V.L.; Koralsztejn, J.P., Morton, R.H. (1999). Time in Human Endurance Models – From Empirical Models to Physiological Models. *Sports medicine*, 27(6): 359-379.
- Billat, V. L., Sirvent, P., Py, G., Koralsztejn, J. P., & Mercier, J. (2003). The concept of maximal lactate steady state. *Sports Medicine*, 33(6), 407-426.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Lakomy, H. K., Graham, C. M., & Louis, G. (1996). Effects of active recovery on power output during repeated maximal sprint cycling. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 74(5), 461-469.

- Bonen, A., Baker, S. K., & Hatta, H. (1997). Lactate transport and lactate transporters in skeletal muscle. *Canadian journal of applied physiology*, 22(6), 531-552.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*, 14(5), 377-381.
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian journal of work, environment and health*, 55-58.
- Borg, G., & Borg, E. (2001). A new generation of scaling methods: Level-anchored ratio scaling. *Psychologica*, 28(1), 15-45.
- Borges, J. (2010). *Caracterização do treino de nadadores portugueses de alto rendimento*. Tese de Master en alto rendimiento deportivo. Centro Olimpico de Estudios Superiores e Universidad Autonoma de Madrid. (Não Publicado)
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports medicine*, 39(9), 779-795.
- Bouchard, C. (1996). Determinantes genéticos del rendimiento de resistencia. In *La resistencia en el deporte* (pp. 159-170). Paidotribo.
- Brooks, G. A., Fahey, T. D., & White, T. P. (1996). *Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications* (Ed. 2). Mayfield publishing company.
- Buchheit, M., Laursen, P. B., & Ahmaidi, S. (2007). Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *American journal of physiology-heart and circulatory physiology*, 293(1), H133-H141.
- Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., MacDonald, M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of physiology*, 586(1), 151-160.
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of applied physiology*, 98(6), 1985-1990.
- Caputo, F., de Lucas, R. D., Greco, C. C., & Denadai, B. S. (2000). Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. *Rev. Bras. Ciên. e Mov. Brasília v*, 8(3).
- Chatard, J. C. (2003). *Biomechanics and medicine in swimming IX*. Université de Saint-Etienne.
- Chatard, J. C., Collomp, C., Maglischo, E., & Maglischo, C. (1990). Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. *International journal of sports medicine*, 11(02), 156-161.
- Cheng, B., Kuipers, H., Snyder, A. C., Keizer, H. A., Jeukendrup, A., & Hesselink, M. (1992). A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. *International journal of sports medicine*, 13(07), 518-522.
- Cohen, J. (1992). Statistical Power Analysis. *Current Directions in Psychological Science (Wiley-Blackwell)*, 1(3), 98-101. doi:10.1111/1467-8721.ep10768783.

- Costa, M. J., Bragada, J. A., Mejias, J. E., Louro, H., & Barbosa, T. M. (2012a). Contributo dos factores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance de nadadores de elite no pico de forma na época de verão. *Motricidade*, 8(S1), 26.
- Costa, M. J., Bragada, J. A., Mejias, J. E., Louro, H., Marinho, D. A., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2012b). Tracking the performance, energetics and biomechanics of international versus national level swimmers during a competitive season. *European journal of applied physiology*, 112(3), 811-820.
- Costa, M. J., Bragada, J. A., Mejias, J. E., Louro, H., Marinho, D. A., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2013a). Effects of swim training on energetics and performance. *International journal of sports medicine*, 34(06), 507-513.
- Costa, M. J., Bragada, J. A., Marinho, D. A., Lopes, V. P., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2013b). Longitudinal study in male swimmers: a hierarchical modeling of energetics and biomechanical contributions for performance. *Journal of sports science & medicine*, 12(4), 614.
- Costa, M. J., Marinho, D. A., Bragada, J. A., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2011). Stability of elite freestyle performance from childhood to adulthood. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1183-1189.
- Costa, M., Marinho, D. A., Reis, V., Silva, A. J., Marques, M. C., Bragada, J. A., & Barbosa, T. M. (2010). Tracking the performance of world-ranked swimmers. *Journal of sports science and medicine*, 411-417.
- Costill, D. L. (1992). Lactate metabolism for swimming. *Biomechanics and medicine in swimming: swimming and science VI*, 3-12.
- Costill, D. L., Kowaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International journal of sports medicine*, 6(05), 266-270.
- Costill, D. L., Maglischo, E. W., & Richardson, A. B. (1992). *Swimming*. Blackwell Scientific Publications. Boston, MA.
- Counsilman, J. E. (1968). *The science of swimming*. Prentice Hall. New York, USA
- Craig, A. B., & Pendergast, D. R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Med sci sports exerc*, 11(3), 278-283.
- Craig, A. B., Skehan, P. L., Pawelczyk, J. A., & Boomer, W. L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Med sci sports exerc*, 17(6), 625-634.
- Cunha & Cardoso (2006). *Plano de Carreira do Nadador*. Ação de Formação da Federação Portuguesa de Natação – Tavira (não publicado)
- Czuba, M., Zajac, A., Cholewa, J., Poprzęcki, S., Waśkiewicz, Z., & Mikołajec, K. (2009). Lactate threshold (D-max method) and maximal lactate steady state in cyclists. *Journal of human kinetics*, 21, 49-56.
- Dekerle, J., Baron, B., Dupont, L., Garcin, M., Vanvelcenaher, J., & Pelayo, P. (2003a). Effect of incremental and submaximal constant load tests: protocol on perceived exertion (CR10) values. *Perceptual and motor skills*, 96(3), 896-904.

- Dekerle, J., Baron, B., Dupont, L., Vanvelcenaher, J., & Pelayo, P. (2003b). Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *European journal of applied physiology*, 89(3-4), 281-288.
- Dekerle, J., Brickley, G., Alberty, M., & Pelayo, P. (2010). Characterising the slope of the distance–time relationship in swimming. *Journal of science and medicine in sport*, 13(3), 365-370.
- Dekerle, J.; Pelayo, P.; Brickley, G.; & Carter, H. (2003). Les zones d'intensité d'exercice en natation. *Actes des 3èmes journées spécialisées de natation*. Editions Publibook.
- Dekerle, J., Pelayo, P., Clipet, B., Depretz, S., Lefevre, T., & Sidney, M. (2005). Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. *International journal of sports medicine*, 26(07), 524-530.
- Dekerle, J., Sidney, M., Hespel, J. M., & Pelayo, P. (2002). Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. *International journal of sports medicine*, 23(02), 93-98.
- Di Prampero, P. E., Capelli, C., Pagliaro, P., Antonutto, G., Girardis, M., Zamparo, P., & Soule, R. G. (1993). Energetics of best performances in middle-distance running. *Journal of applied physiology*, 74(5), 2318-2324.
- Di Prampero, P. E., Dekerle, J., Capelli, C., & Zamparo, P. (2008). The critical velocity in swimming. *European journal of applied physiology*, 102(2), 165-171.
- Donovan, C. M., & Pagliassotti, M. J. (1989). Endurance training enhances lactate clearance during hyperlactatemia. *American journal of physiology-endocrinology and metabolism*, 257(5), E782-E789.
- Dotan, R. (2012). Reverse lactate threshold: a novel single-session approach to reliable high-resolution estimation of the anaerobic threshold. *International journal of sports physiology & performance*, 7(2).
- Egan, B., & Zierath, J. R. (2013). Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell metabolism*, 17(2), 162-184.
- Espada, M. & Alves, F.B. (2010). Critical Velocity and the Velocity at Maximal Lactate Steady state in swimming. *Biomechanics and medicine in swimming XI*; Norwegian School of Sport Science; Oslo.
- Eston, R. (2012). *Use of ratings of perceived exertion in sports* (Doctoral dissertation, Human Kinetics Publishers).
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts. *Sports medicine*, 39(6), 469-490.
- Favier, R. J., Constable, S. H., Chen, M., & Holloszy, J. O. (1986). Endurance exercise training reduces lactate production. *Journal of applied physiology*, 61(3), 885-889.
- Fernandes, R., Barbosa, T., & Vilas-Boas, J. P. (2002). Determinant kinanthropometric factors in swimming. *Brazilian journal of kinanthropometry and human performance*, 4(1), 67-79.
- Fernandes, R. J., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., & Vilas-Boas, J. P. (2006). Is time limit at the minimum swimming velocity of VO₂ max influenced by stroking parameters? *Perceptual and motor skills*, 103(1), 67-75.

- Fernandes, R. J., Sousa, M., Machado, L., & Vilas-Boas, J. P. (2011). Step length and individual anaerobic threshold assessment in swimming. *International journal of sports medicine*, 32(12), 940-946.
- Ferreira, M. (2014). *Longitudinal Assessment of Masters Swimmers – Monitoring the energetics, biomechanics and performance over a season*. Dissertação de Doutoramento em Ciências do Desporto; Universidade da Beira Interior – Ciências Sociais e Humanas.
- Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., Seifert, L., Chollet, D. & Fernandes, R. J. (2010). Inter-limb coordinative structure in a 200 m front crawl event. *Open J Sports Sci*, 3, 25-27.
- Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C., & Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin medical journal*, 95(6), 370-374.
- Foster, C., Fitzgerald, D. J., & Spatz, P. (1999). Stability of the blood lactate-heart rate relationship in competitive athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(4), 578-582.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The journal of strength & conditioning research*, 15(1), 109-115.
- Foster, J., Heimann, K; Esten, P.; Brice, G. & Porcari, J. (2001). Differences in perceptions of training by coaches and athletes. *South African journal of sports medicine*, 8(2), 3-7.
- Franken, M., Diefenthaeler, F., Moré, F. C., Silveira, R. P., & Castro, F. A. D. S. (2013). Critical stroke rate as a parameter for evaluation in swimming. *Motriz: Revista de Educação Física*, 19(4), 724-729.
- Gaesser, G. & Brooks, C. (1984). Metabolic bases of excess post-exercise oxygen. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(1), 29-43.
- Gaesser, G. A., & Brooks, C. A. (1984). Metabolic bases of excess post-exercise oxygen. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(1), 29-43.
- Garcin, M., & Billat, V. (2001). Perceived exertion scales attest to both intensity and exercise duration. *Perceptual and motor skills*, 93(3), 661-671.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports medicine*, 31(10), 725-741.
- Gastin, P. B., & Lawson, D. L. (1994). Variable resistance all-out test to generate accumulated oxygen deficit and predict anaerobic capacity. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 69(4), 331-336.
- Gollnick, P. D., Bayly, W. M., & Hodgson, D. R. (1986). Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. *Medicine and science in sports and exercise*, 18(3), 334-340.
- Gomes-Pereira, J. (1992). *Perfil metabólico do nadador de alto rendimento*. Universidade técnica de Lisboa. Lisboa.
- Grange, J., & Gordon, R. (2004). Success is Long Term: Long Term Athlete Development Related to the Journey Through Swimming. *Amateur Swimming Association: Loughborough, UK*, 1-12.
- Graham, T., & Cross, N. (2005). Entrenamiento para el Rendimiento: Individualización de los Programas de Entrenamiento. *Revista Digital www. sobreentrenamiento. com-PubliCE Standard*. 13/06/2005. *Pid*, 477.

- Grant, S., McMillan, K., Newell, J., Wood, L., Keatley, S., Simpson, D., ... & Fairlie-Clark, S. (2002). Reproducibility of the blood lactate threshold, 4 mmol·l⁻¹ marker, heart rate and ratings of perceived exertion during incremental treadmill exercise in humans. *European journal of applied physiology*, 87(2), 159-166.
- Greco, C. C., Bianco, A. D., Gomide, E., & Denadai, B. S. (2002). Validity of the critical speed to determine blood lactate response and aerobic performance in swimmers aged 10–15 years. *Science & sports*, 17(6), 306-308.
- Greco, C.C.; Denadai, B.S. (2005). Critical Speed and Endurance Capacity in Young Swimmers: Effects of Gender and Age. *Pediatric exercise science*, 17: 353-363
- Greco, C. C., De Oliveira, M. F., Caputo, F., Denadai, B. S., & Dekerle, J. (2013). How narrow is the spectrum of submaximal speeds in swimming? *The Journal of strength & conditioning research*, 27(5), 1450-1454.
- Green, H. J. (1990). Manifestations and sites of neuromuscular fatigue. *Biochemistry of exercise*, 7(21), 13-35.
- Green, H. J., Jones, L. L., & Painter, D. C. (1990). Effects of short-term training on cardiac function during prolonged exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 22(4), 488-493.
- Green, J. M., McLester, J. R., Crews, T. R., Wickwire, P. J., Pritchett, R. C., & Lomax, R. G. (2006). RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(1), 167.
- Grimston, S. K., & Hay, J. G. (1986). Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine and science in sports and exercise*, 18(1), 60-68.
- Hellard, P., Avalos, M., Millet, G., Lacoste, L., Barale, F., & Chatard, J. C. (2005). Modeling the residual effects and threshold saturation of training: a case study of olympic swimmers. *The Journal of strength & conditioning research*, 19(1), 67-75.
- Hellard, P., Begotti, M., Deléaval, P., Duclaux, A., Dumoulin, P., ... & Martinez, R. (1998a). Le développement des qualités physiques de force en natation. *L'entraînement - Méthodologie III*. Atlantica; Biarritz.
- Hellard, P., Begotti, M., Deléaval, P., Duclaux, A., Dumoulin, P., ... & Martinez, R. (1998b). L'adaptation à l'entraînement sportif. *L'entraînement - Méthodologie V*. Atlantica; Biarritz.
- Hellard, P., Dekerle, J., Avalos, M., Caudal, N., Knopp, M., & Hausswirth, C. (2008). Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200-m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and French National 2004 Championship semi-finalists. *Journal of sports sciences*, 26(1), 35-46.
- Hellard, P.; Dekerle, J.; Nesi, X.; Toussaint, J.; Houel, N. & Hausswirth, C. (2010). Modeling the VO₂ slow component in elite long distance swimmers at the velocity associated with lactate threshold. *Biomechanics and medicine in swimming XI*; Norwegian School of Sport Science; Oslo.
- Herman, L., Foster, C., Maher, M. A., Mikat, R. P., & Porcari, J. P. (2006). Validity and reliability of the session RPE method for monitoring exercise training intensity. *South African journal of sports medicine*, 18(1), 14-17.
- Hermansen, L. (1969). Anaerobic energy release. *Medicine & science in sports & exercise*, 1(1), 32-38.

- Hill, D.W. (1993). The critical power concept. A review. *Sports medicine*, 16: 237-54.
- Hill, D. W. (1999). Energy system contributions in middle-distance running events. *Journal of sports sciences*, 17(6), 477-483.
- Hollander, A. P., de Groot, G., van Ingen Schenau, G. J., Kahman, R., & Toussaint, H. M. (1988). Contribution of the legs to propulsion in front crawl swimming. *Swimming science V*, 5, 39-44.
- Hollander, A. P., De Groot, G., van Ingen Schenau, G. J., Toussaint, H. M., De Best, H., Peeters, W., ... & Schreurs, A. W. (1986). Measurement of active drag during crawl arm stroke swimming. *Journal of sports sciences*, 4(1), 21-30.
- Holliday A. & Jeukendrup, A. (2012). The Metabolic Adaptations to Endurance Training. *Endurance Training – Science and Practice*. Ed. Iñigo Mujika.
- Huot-Marchand, F., Nesi, X., Sidney, M., Alberty, M., & Pelayo, P. (2005). Swimming: Variations of stroking parameters associated with 200 m competitive performance improvement in top-standard front crawl swimmers. *Sports biomechanics*, 4(1), 89-100.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Rampinini, E., Mognoni, P., & Sassi, A. (2005). Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. *British journal of sports medicine*, 39(10), 747-751.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Issurin, V. (2008). Block periodization versus traditional training theory: a review. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 48(1), 65.
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports medicine*, 40(3), 189-206.
- Issurin, V. B. (2016). Benefits and Limitations of Block Periodized Training Approaches to Athletes' Preparation: A Review. *Sports medicine*, 46(3), 329-338.
- Ivy, J. L., Withers, R. T., Van Handel, P. J., Elger, D. H., & Costill, D. L. (1980). Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. *Journal of Applied Physiology*, 48(3), 523-527.
- Jacobs, I. (1986). Blood lactate. *Sports medicine*, 3(1), 10-25.
- Jacobs, I. & Kaiser, P. (1982). Lactate in blood, mixed skeletal muscle, and FT or ST fibres during cycle exercise in man. *Acta physiologica scandinavica*, 114(3), 461-466.
- Jones, A. M. (1998). A five-year physiological case study of an Olympic runner. *British journal of sports medicine*, 32(1), 39-43.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports medicine*, 29(6), 373-386.
- Kavanagh, M. F., & Jacobs, I. (1988). Breath-by-breath oxygen consumption during performance of the Wingate Test. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 13(1), 91-93.

- Keskinen, K. L., Keskinen, O. P., & Mero, A. (1996). Effect of pool length on biomechanical performance in front crawl swimming. *Biomechanics and medicine in swimming VII*. E & FN Spon, Chapman & Hall, London, 216-220.
- Keskinen, K.; Keskinen, O. & Poyhonen, T. (2010). Determination of lactate threshold with four different analysis techniques for pool testing in swimmers. *Biomechanics and medicine in swimming XI*; Norwegian School of Sport Science; Oslo.
- Kiely, J. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization: block periodization: new horizon or a false dawn? *Sports medicine*, 40(9), 803-805.
- Kilen, A., Larsson, T. H., Jørgensen, M., Johansen, L., Jørgensen, S., & Nordsborg, N. B. (2014). Effects of 12 weeks high-intensity & reduced-volume training in elite athletes. *PloS one*, 9(4), e95025.
- Kindermann, W., Simon, G., & Keul, J. (1979). The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *European Journal of applied physiology and occupational physiology*, 42(1), 25-34.
- King, I. (2000). *Foundations of Physical Preparation*. King Sports Publishing.
- Kjendlie, P. L., & Stallman, R. (2011). Morphology and swimming performance. *World Book of Swimming. From Science to Performance*. New York: Nova, 203-222.
- Kolmogorov, S. V., & Duplishcheva, O. A. (1992). Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. *Journal of biomechanics*, 25(3), 311-318.
- LaFontaine, T. P., Londeree, B. R., & Spath, W. K. (1980). The maximal steady state versus selected running events. *Medicine and science in sports and exercise*, 13(3), 190-193.
- Lambert, M. (2012). Quantification of Endurance Training and Competition Loads. *Endurance Training - Science and Practice*. Ed. Iñigo Mujika.
- Lambert, M., & Borresen, J. (2010). Measuring training load in sports. *Int j sports physiol perform*, 5(3), 406-411.
- Lambert, M., Mbambo, Z., & Gibson, A. (1998). Heart rate during training and competition for longdistance running. *Journal of sports sciences*, 16(sup1), 85-90.
- Lamberts, R. P., Lemmink, K. A., Durandt, J. J., & Lambert, M. I. (2004). Variation in heart rate during submaximal exercise: implications for monitoring training. *The Journal of strength & conditioning research*, 18(3), 641-645.
- Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., ... & Jürimäe, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *J Sports sci med*, 9(3), 398-404.
- Laursen, P. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high volume training? *Scandinavian Journal of medicine & science in sports*, 2(20), 1-10.
- Laursen, P. (2012). Interval Training for Endurance. *Endurance Training – Science and Practice*. Ed. Iñigo Mujika.
- Laursen, P., Blanchard, M. A., & Jenkins, D. G. (2002). Acute high-intensity interval training improves Tvent and peak power output in highly trained males. *Canadian Journal of applied physiology*, 27(4), 336-348.
- Laursen, P., & Jenkins, D. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports medicine*, 32(1), 53-73.

- Lima, M. C. S., Balikian Junior, P., Gobatto, C. A., Garcia Junior, J. R., & Ribeiro, L. F. P. (2006). Proposta de teste incremental baseado na percepção subjetiva de esforço para determinação de limiares metabólicos e parâmetros mecânicos do nado livre. *Revista brasileira de medicina do esporte*, 12(5), 268-274.
- Londeree, B. R., & Ames, S. A. (1975). Maximal steady state versus state of conditioning. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 34(1), 269-278.
- Lucía, A., Hoyos, J., Pérez, M. & Chicharro, J. (2000). Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(10), 1777-1782.
- Macpherson, R. E., Hazell, T. J., Olver, T. D., Paterson, D. H., & Lemon, P. W. (2011). Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output. *Med Sci sports exerc*, 43(1), 115-122.
- MacRae, H. S., Dennis, S. C., Bosch, A. N., & Noakes, T. D. (1992). Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in humans. *Journal of applied physiology*, 72(5), 1649-1656.
- Mader, A. (2003). Glycolysis and oxidative phosphorylation as a function of cytosolic phosphorylation state and power output of the muscle cell. *European journal of applied physiology*, 88(4-5), 317-338.
- Madsen, O. (1983). Aerobic training: not so fast there. *Swimming technique*, 20, 13-17.
- Maglischo, E. (1982). *Swimming faster*. CA: Mayfield. Palo Alto
- Maglischo, E. W. (1993). *Swimming even faster*. McGraw-Hill Humanities, Social Sciences & World Languages.
- Maglischo, E. (2003). *Swimming Fastest*. Human Kinetics; USA.
- Maglischo, E. (2011). Training fast twitch muscle fibers: Why and How, Parts I and II. *Journal of swimming research*, 18(1), 1-16.
- Maglischo, E. W., Maglischo, C. W., & Bishop, R. A. (1982). Lactate testing for training pace. *Swimming techn*, 19, 31-37.
- Manso, J., Valdivielso, M., & Caballero, J. (1996). *Planificación del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos.
- Matveyev, L. P. (1964). Problem of periodization the sport training. *Moscow: Fizkultura i Sport*.
- Maughan, R. J., Gleeson, M., & Greenhaff, P. L. (1997). *Biochemistry of exercise and training*. Oxford University Press, USA.
- Mazza, J. C., Ackland, T. R., Bach, T., & Cosolito, P. (1994). Absolute body size. Kinanthropometry in aquatic sports: a study of world-class athletes, *HK Sport Science Monograph Series*, 5, 15-54.
- McLellan, T. M. (1985). Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. *International journal of sports medicine*, 6(01), 30-35.
- Medbo, J. I., Mohn, A. C., Tabata, I., Bahr, R., Vaage, O., & Sejersted, O. M. (1988). Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. *Journal of applied physiology*, 64(1), 50-60.

- Milanez, V. F., Pedro, R. E., Moreira, A., Boullosa, D. A., Salle-Neto, F., & Nakamura, F. Y. (2011). The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. *Int j sports physiol perform*, 6(3), 358-66.
- Mountain, S. J., & Coyle, E. F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of applied physiology*, 73(4), 1340-1350.
- Moritani, T., Takaishi, T. & Matsumoto, T. (1993). Determination of maximal power output at neuromuscular fatigue threshold. *Journal of applied physiology*, 74(4), 1729-1734.
- Morris, K. S., Osborne, M. A., Shephard, M. E., Skinner, T. L., & Jenkins, D. G. (2016). Velocity, aerobic power and metabolic cost of whole body and arms only front crawl swimming at various stroke rates. *European journal of applied physiology*, 116(5), 1075-1085.
- Mujika, I., Chatard, J. C., Busso, T., Geyssant, A., Barale, F., & Lacoste, L. (1995). Effects of training on performance in competitive swimming. *Canadian journal of applied physiology*, 20(4), 395-406.
- Myers, J., & Ashley, E. (1997). Dangerous curves: a perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. *Chest Journal*, 111(3), 787-795.
- Nakamura, F. Y., Moreira, A., & Aoki, M. S. (2010). Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? -doi: 10.4025/reveducfis.v21i1. 6713. *Journal of physical education*, 21(1), 1-11.
- Navarro, F.; González, J.; Gaspar, P. (2007). *La planificación del entrenamiento deportivo: câmbios vinculados a las nuevas formas de entender las estructuras deportivas contemporâneas*. Revista Conexões. Volume 5. Número 1.
- Neary, P. J., MacDougall, J. D., Bachus, R., & Wenger, H. A. (1985). The relationship between lactate and ventilatory thresholds: coincidental or cause and effect?. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 54(1), 104-108.
- Neiva, H.P., Marques, M.C., Barbosa, T.M., Izquierdo, M., Viana, J.L., Teixeira, A.M., & Marinho, D.A. (2015). Warm-up for sprint swimming: race-pace or aerobic stimulation? A randomized study. *Submitted for publication to Medicine and science in sports and exercise*.
- Newell, J., Higgins, D., Madden, N., Cruickshank, J., Einbeck, J., McMillan, K., & McDonald, R. (2007). Software for calculating blood lactate endurance markers. *Journal of sports sciences*, 25(12), 1403-1409.
- Noble, B. J., Borg, G. A., Jacobs, I., Ceci, R., & Kaiser, P. (1982). A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. *Medicine and science in sports and exercise*, 15(6), 523-528.
- Olbrecht, J. (2000). *The Science of Winning - Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training*. Luton: Swimshop.
- Paton, C. D., & Hopkins, W. G. (2004). Effects of high-intensity training on performance and physiology of endurance athletes. *Sportscience*, 8, 25-41.
- Pelayo, P., Sidney, M., Kherif, T., Chollet, D., & Tourny, C. (1996). Strokings characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of applied biomechanics*, 12, 197-206.

- Pendergast DR, Capelli C, Craig AB, di Pramperi PE, Minetti AE, Mollendorf J, Termin II, Zamparo P (2006) Biophysics in swimming. In: Vilas-Boas J.P., Alves F., Marques A. (eds) *Biomechanics and medicine in swimming X*. Port J Sport Sci, Porto, pp. 185–189
- Pessoa, P. (2014). *Impacto e Modelação das Cargas de Treino em Nadadores de Elite Portugueses*. Dissertação de Doutoramento em Motricidade Humana na especialidade de Fisiologia; Universidade de Lisboa - Faculdade de Motricidade Humana.
- Pierce, E. F., Weltman, A., Seip, R. L., & Snead, D. (1990). Effects of training specificity on the lactate threshold and VO₂ peak. *International journal of sports medicine*, 11(04), 267-272.
- Platonov, V. (2006). The Basis of Modern Training Process Periodization in High-Performance Athletes for Year Preparation. *Research Yearbook*. National University of Ukraine on Physical Education and Sport. Kyiv, Ukraine, 12(2), 176-180.
- Platonov, V. & Fessenko, S. (1994A). *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo: teoría y práctica* – Vol I; Paidotribo; Barcelona.
- Platonov, V. & Fessenko, S. (1994B). *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo: teoría y práctica* – Vol II; Paidotribo; Barcelona.
- Prestes, J.; Leite, R.; Leite, G.; Donatto, F.; Urtado, C.; Neto, J. & Dourado, A. (2006). Características antropométricas de jovens nadadores brasileiros do sexo masculino e feminino em diferentes categorias competitivas. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum* 8.4.
- Proença-Martins, J. (1990). *Especificidade do treino e comportamento da passada na corrida a velocidade máxima na etapa de preparação orientada do jovem atleta*. Dissertação de Doutoramento em Motricidade Humana na especialidade de Treino e Organização Desportiva; Universidade de Lisboa - Faculdade de Motricidade Humana
- Pyne, D. B. (1998). Performance and physiological changes in the elite swimmers during altitude training. *Coaching sports sci*. J. 3:42-48.
- Pyne, D. B., & Goldsmith, W. M. (2004). Training and testing of competitive swimmers. *Handbook of sports medicine and science: swimming*, Second Edition, 128-143.
- Pyne, Lee & Swanwick. (2001). Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(2), 291-297.
- Pyne, D., Maw, G., & Goldsmith, W. (2000). Protocols for the physiological assessment of swimmers. *Physiological tests for elite athletes*. Australian Sports Commission. – Champaign, IL.: Human Kinetics, 372-382.
- Pyne, D. B., Trewin, C. B., & Hopkins, W. G. (2004). Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers. *Journal of sports sciences*, 22(7), 613-620.
- Rama, L.; Cunha, P.; Cardoso, L. e Alves, F. (2004). O Projecto nacional pré-júnior da Federação Portuguesa de Natação – Acompanhamento de jovens talentos. *Os Jovens e o Desporto – Oportunidades e Dificuldades*. Confederação do Desporto de Portugal.
- Rama, L., Borges, F., Cartaxo, T., & Teixeira, A. M. (2008). *Carga de Treino e Percepção de Esforço em Natação Pura Desportiva: uso de escalas de percepção de esforço na monitorização da carga em microciclos de treino*. Centro de Estudos Biocinéticos, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra.
- Rama, L. (2009). *Variação de Parâmetros Fisiológicos, Bioquímicos, Hormonais Imunitários em Nadadores e Remadores numa Época Desportiva*. Dissertação de Doutoramento em Ciências

do Desporto e Educação Física; Universidade de Coimbra – Faculdade de Educação Física e Desporto.

- Reis, J. F., Alves, F. B., Bruno, P. M., Vleck, V., & Millet, G. P. (2012). Oxygen uptake kinetics and middle distance swimming performance. *Journal of science and medicine in sport*, 15(1), 58-63.
- Ribeiro, J., De Jesus, K., Figueiredo, P., Toussaint, H., Guidetti, L., Alves, F., Vilas-Boas, J.P. & Fernandes, R.J. (2013). Biomechanical determinants of force production in front crawl swimming. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 53 (1-3), 30-37.
- Ribeiro, J., Figueiredo, P., Sousa, A., Monteiro, J., Pelarigo, J., Vilas-Boas, J.P., Toussaint, H., & Fernandes, R. J. (2015). VO2 kinetics and metabolic contributions during full and upper body extreme swimming intensity. *Eur j appl physiol* 115, 1117-1124.
- Ribeiro, J., Toubekis, A. G., Figueiredo, P., de Jesus, K., Toussaint, H. M., Alves, F., ... & Fernandes, R. J. (2016). Biophysical Determinants of Front Crawl Swimming at Moderate and Severe Intensities. *International journal of sports physiology and performance*.
- Rieu, M., Duvallet, A., Scharapan, L., Thieulart, L., & Ferry, A. (1988). Blood lactate accumulation in intermittent supramaximal exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 57(2), 235-242.
- Robinson, D. M., Robinson, S. M., Hume, P. A., & Hopkins, W. G. (1991). Training intensity of elite male distance runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(9), 1078-1082.
- Rodriguez, F., & Mader, A. (2003). Energy metabolism during 400 and 100-m crawl swimming: computer simulation based on free swimming measurement. *Biomechanics and medicine in swimming IX*. Publications de l'Université de Saint-Étienne, Saint-Étienne, 373-378.
- Rodríguez, F., & Mader, A. (2011). Energy systems in swimming. *World Book of Swimming. From Science to Performance*. New York: Nova, 225-240.
- Rusko, H. K. (1992). Development of aerobic power in relation to age and training in cross-country skiers. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(9), 1040-1047.
- Ryan, R., Coyle, E., & Quick, R. (1990). Blood lactate profile throughout a training season in elite female swimmers. *J swim res*, 6(3), 5-10.
- Sale, D. G., MacDougall, J. D., Jacobs, I., & Garner, S. (1990). Interaction between concurrent strength and endurance training. *Journal of applied physiology*, 68(1), 260-270.
- Saltin, B. (1990). Anaerobic capacity: past, present and prospective. *Biochemistry of exercise VII*, 387-412.
- Sánchez, J., & Arellano, R. (2002). Stroke index values according to level, gender, swimming style and event race distance. In *Proceedings of the XX International symposium on biomechanics in sports: 1-5 July 2002* (pp. 56-59). Cáceres.
- Schnitzler, C., Ernwein, V., & Chollet, D. (2007). Comparison of spatio-temporal, metabolic, and psychometric responses in recreational and highly trained swimmers during and after a 400-m freestyle swim. *International journal of sports medicine*, 28(02), 164-171.

- Schumacher, Y., & Mueller, P. (2002). The 4000-m team pursuit cycling world record: theoretical and practical aspects. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(6), 1029-1036.
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes. *Int j sports physiol perform*, 5(3), 276-291.
- Seiler, S. (2012). Training Intensity Distribution. *Endurance Training – Science and Practice*. Ed. Iñigo Mujika.
- Seiler, S., & Hetlelid, K. J. (2005). The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(9), 1601.
- Seiler, K. S., & Kjerland, G. Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(1), 49-56.
- Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sportscience*, 13, 32-53.
- Sharp, R., Vitelli, C., Costill, D. L., & Thomas, R. (1984). Comparison between blood lactate and heart rate profiles during a season of competitive swim training. *J swim res*, 1, 17-20.
- Simon, J., Young, J. L., Blood, D. K., Segal, K. R., Case, R. B., & Gutin, B. (1986). Plasma lactate and ventilation thresholds in trained and untrained cyclists. *Journal of applied physiology*, 60(3), 777-781.
- Simoneau, J. A., Lortie, G., Boulay, M. R., Marcotte, M., Thibault, M. C., & Bouchard, C. (1985). Human skeletal muscle fiber type alteration with high-intensity intermittent training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 54(3), 250-253.
- Sjödín, B., & Jacobs, I. (1981). Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *International journal of sports medicine*, 2(01), 23-26.
- Skinner, J. S., Hutsler, R., Bergsteinova, V., & Buskirk, E. R. (1973). The validity and reliability of a rating scale of perceived exertion. *Medicine and science in sports*, 5(2), 94.
- Smith, C.; Jones, A. (2001). The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *Eur j appl physiol*, 85, 19-26.
- Smith, D. J., Norris, S. R., & Hogg, J. M. (2002). Performance evaluation of swimmers. *Sports medicine*, 32(9), 539-554.
- Sobral, F. (1985). *Curso de Antropometria*; ISEF-UTL, Centro de Documentação e Informação, Cruz Quebrada.
- Spencer, M. R., & Gastin, P. B. (2001). Energy system contribution during 200-to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(1), 157-162.
- Spina, R. J. (1999). 10 Cardiovascular Adaptations to Endurance Exercise Training in Older Men and Women. *Exercise and sport sciences reviews*, 27(1), 317-332.

- Spina, R. J., Chi, M. M., Hopkins, M. G., Nemeth, P. M., Lowry, O. H., & Holloszy, J. O. (1996). Mitochondrial enzymes increase in muscle in response to 7-10 days of cycle exercise. *Journal of applied physiology*, 80(6), 2250-2254.
- Sprague, H. (1976). Relationship of certain Physical measurements to Swimming speed. *The Research quarterly*, 47 (4), 810-814.
- Stegmann, H., & Kindermann, W. (1982). Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol·L⁻¹ lactate. *International journal of sports medicine*, 3(02), 105-110.
- Stegmann, H., Kindermann, W., & Schnabel, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International journal of sports medicine*, 2(03), 160-165.
- Steinacker, J. M. (1993). Physiological aspects of training in rowing. *International journal of sports medicine*, 14, S3-10.
- Steinacker, J., Lormes, W., Lehmann, M. & Altenburg, D. (1998). Training of rowers before world championships. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(7), 1158-1163.
- Sterkel, J. (2001). Long and short range planning. Hannula D. Thornton N.(red.): *The Swim Coaching Bible*. Human Kinetics. Champaign, 99-110.
- Stewart, A. M., & Hopkins, W. G. (2000). Seasonal training and performance of competitive swimmers. *Journal of sports sciences*, 18(11), 873-884.
- Svedahl, K., & MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Canadian journal of applied physiology*, 28(2), 299-323.
- Swart, J., & Jennings, C. L. (2004). Use of blood lactate concentration as a marker of training status: review article. *South African journal of sports medicine*, 16(3), p-1.
- Sweet, T. W., Foster, C., McGuigan, M. R., & Brice, G. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *The journal of strength & conditioning research*, 18(4), 796-802.
- Sweetenham, B., & Atkinson, J. (2003). *Championship Swim Training*: Human Kinetics.
- Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F., & Miyachi, M. (1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(3), 390-395.
- Tanner, R., & Gore, C. (2013). *Physiological tests for elite athletes*. 2 Ed. Human Kinetics. p435-448
- Termin, B., & Pendergast, D. R. (2000). Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. *Journal of swimming research*, 14.
- Tesch, P. A., Daniels, W. L., & Sharp, D. S. (1982). Lactate accumulation in muscle and blood during submaximal exercise. *Acta physiologica scandinavica*, 114(3), 441-446.
- Thoden, J. S., MacDougall, J. D., & Wilson, B. A. (1991). Testing aerobic power. *Physiological testing of the high-performance athlete*, 107-174.
- Thompson, K., Garland, S., & Lothian, F. (2006). Assessment of an international breaststroke swimmer using the 7 x 200-m step test. *International journal of sports physiology and performance*, 1(2), 172.
- Toubekis, A. G., Drosou, E., Gourgoulis, V., Thomaidis, S., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2013). Competitive performance, training load and physiological responses during tapering in young swimmers. *Journal of human kinetics*, 38, 125-134.

- Toubekis, A.G.; Tsami, A.P.; Tokmakidis, S.P. (2006). Critical Velocity and Lactate Thershold in Young Swimmers. *Int j sports med*, 27: 117-123.
- Toussaint, H. M. (1990). Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. *Medicine and science in sports and exercise*, 22(3), 409-415.
- Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports medicine*, 13(1), 8-24.
- Toussaint, H. M., Beelen, A., Rodenburg, A., Sargeant, A. J., de Groot, G., Hollander, A., & van Ingen Schenau, G. (1988). Propelling efficiency of front-crawl swimming. *Journal of applied physiology*, 65(6), 2506-2512.
- Toussaint, H. M., & Hollander, A. P. (1994). Energetics of competitive swimming. *Sports medicine*, 18(6), 384-405.
- Toussaint, H., Hollander, A. P., de Groot, G., van Ingen Schenau, G., Vervoorn, K., de Best, H., ... & Schreurs, W. (1988). Measurement of efficiency in swimming man. *Swimming science V*, 45-52.
- Toussaint, H. M., Roos, P. E., & Kolmogorov, S. (2004). The determination of drag in front crawl swimming. *Journal of biomechanics*, 37(11), 1655-1663.
- Tschakert, G., Kroepfl, J., Mueller, A., Moser, O., Groeschl, W., & Hofmann, P. (2015). How to regulate the acute physiological response to “aerobic” high-intensity interval exercise. *Journal of sports science and medicine*, 14, 29-36.
- Urhausen, A., Coen, B., Weiler, B., & Kindermann, W. (1993). Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. *International journal of sports medicine*, 14(03), 134-139.
- Verkhoshansky, Y. (2004). *Un Nuevo Sistema de Entrenamiento en los Deportes Cíclicos*. PubliCE Standard. 19/04/2004. Pid: 242.
- Vescovi, J.; Falenchuk, O & Wewlls, G. (2010). Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers during competition. *Biomechanics and medicine in swimming XI*; Norwegian School of Sport Science; Oslo.
- Vilas-Boas, J. P., Fernandes, R. J., & Barbosa, T. M. (2011). Intra-cycle velocity variations, swimming economy, performance and training in swimming. *World book of swimming: from science to performance*. Nova Science Publishers, Inc., USA, 120-140.
- Wakayoshi, K.; Yoshida, T.; Udo, M.; Harada, T.; Morritani, T. (1993). Does critical velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady-state? *Eur j appl physio*, 66: 90-5.
- Wallace, L., Coutts, A., Bell, J., Simpson, N., & Slattery, K. (2008). Using session-RPE to monitor training load in swimmers. *Strength & conditioning journal*, 30(6), 72-76.
- Warburton, D. & Bredin, S. (2012). Cardiovascular Adaptations to Endurance Training. *Endurance Training - Science and Practice*. Ed. Iñigo Mujika.
- Watkins, J., & Gordon, A. T. (1983). The effects of leg action on performance in the sprint front crawl stroke. *Biomechanics and medicine in swimming*, 310-314.
- Wenger, H. A., & Bell, G. J. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports medicine*, 3(5), 346-356.

- Weston, A. R., Karamizrak, O., Smith, A., Noakes, T. D., & Myburgh, K. H. (1999). African runners exhibit greater fatigue resistance, lower lactate accumulation, and higher oxidative enzyme activity. *Journal of applied physiology*, 86(3), 915-923.
- Weston, A. R., Myburgh, K. H., Lindsay, F. H., Dennis, S. C., Noakes, T. D., & Hawley, J. A. (1996). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 75(1), 7-13.
- Whyte, G. P., George, K., Shave, R., Middleton, N., & Nevill, A. M. (2008). Training induced changes in maximum heart rate. *International journal of sports medicine*, 29(02), 129-133.
- Wilmore, J., & Costill, D. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics. Leeds, UK.
- Xu, F., & Rhodes, E. C. (1999). Oxygen uptake kinetics during exercise. *Sports medicine*, 27(5), 313-327.
- Yoshida, T., Chida, M., Ichioka, M., & Suda, Y. (1987). Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 56(1), 7-11.
- Zamparo, P. (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *European journal of applied physiology*, 97(1), 52-58.
- Zamparo, P., Antonutto, G., Capelli, C., Francescato, M. P., Girardis, M., Sangoi, R., ... & Pendergast, D. R. (1996). Effects of body size, body density, gender and growth on underwater torque. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 6(5), 273-280.
- Zamparo, P., Pendergast, D. R., Mollendorf, J., Termin, A., & Minetti, A. E. (2005). An energy balance of front crawl. *European journal of applied physiology*, 94(1-2), 134-144.
- Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia*. Barcelona: Deportes Tecnicas.
- Zoretić, D., Wertheimer, V., & Leko, G. (2010). Differences in methods determining the anaerobic threshold of triathletes in the water. In *Biomechanics and medicine in swimming XI*.

ANEXOS

Anexo 1 - QUESTIONÁRIO AOS TREINADORES (1º Estudo)

(Modelo Original – posteriormente adaptado para modelo informático)

O presente questionário tem como objectivo recolher informação relativa ao **processo de treino em natação**, nomeadamente, no que respeita à prescrição, controlo e operacionalização da intensidade da carga em regimes predominantemente aeróbios.

Trata-se de um estudo prévio, no âmbito de um projecto de tese integrado no Doutoramento em Didáctica da Educação Física e Desporto, da Faculdade de Educação Física e Desporto – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Os regimes de treino aeróbio em natação dividem-se, segundo vários autores, em três zonas de intensidade:

- a) A1 – Limiar Láctico – Limiar Aeróbio – Eficiência Aeróbia – que apresenta valores de frequência cardíaca entre 120 e 140 bpm, e de lactatemia até 3 mmol/l.
- b) A2 – Limiar Anaeróbio – Equilíbrio Estacionário Máximo de Lactato – Capacidade Aeróbia – que apresenta valores de frequência cardíaca entre 145 e 165 bpm, e de lactatemia entre 3,5 e 5 mmol/l.
- c) A3 – Potência Aeróbia – VO2 max. - que apresenta valores de frequência cardíaca entre 175 bpm e máxima, e de lactatemia entre 6 e 8 mmol/l.

Solicitamos a sua prestimosa colaboração, no preenchimento do presente questionário, cujas respostas deverão ter em conta atletas juniores e seniores.

NOTA: sempre que surge % numa tarefa, esta % reporta sempre à distância base, exemplo: 6-8x500m (70%) Pausa = 45’’ a 1’ – trata-se de 70% do melhor registo aos 500m.

Garantimos absoluto anonimato.

Autor: Paulo Cunha

1. Indique os métodos de controlo da carga aeróbia (máximo de 3) que utiliza na operacionalização do processo de treino:
 - a) Frequência Cardíaca
 - b) % da melhor marca
 - c) T’30
 - d) Velocidade Crítica
 - e) T’2000m
 - f) T’3000m
 - g) T’5000m
 - h) RPE – Percepção subjectiva do esforço
 - i) Lactatemia
 - j) Análise de gases

2. Indique as tarefas (máximo de **3**) que mais se assemelham à sua opção para desenvolvimento da **zona A1**:

- a) 2000m (75%)
- b) 3000m (80%)
- c) 5000m (80-85%)
- d) 2-3x1500m (75%) Pausa = 1' a 2'
- e) 6-8x500m (70%) Pausa = 45'' a 1'
- f) 7-10x400m (70%) Pausa = 30-45''
- g) 10-15x200m (65%) Pausa = 20-30''
- h) 2x(5-8x200m (65%) Pausa = 20-30'') Macropausa = 1'a 2'
- i) 20-40x100m (65%) Pausa = 10-15''
- j) 3-5x(10x100m (65%) Pausa = 10-15'') Macropausa = 1'a 2'

3. Indique as tarefas (máximo de **3**) que mais se assemelham à sua opção para desenvolvimento da **zona A2**:

- a) 2000m (>95%)
- b) 3000m (>95%)
- c) 2x1500m (>90%) Pausa = 5'
- d) 2-3x1500m (85-90%) Pausa = 2' a 4'
- e) 3x1000m (>90%) Pausa = 5'
- f) 3-4x1000m (85-90%) Pausa = 2' a 4'
- g) 2x(3x500m (85%) Pausa = 1') Macropausa = 3'
- h) 2x(4x400 (85%) Pausa = 45'') Macropausa = 3'
- i) 2x(5-8x200 (80-85%) Pausa = 30-40'') Macropausa = 3'
- j) 2-3x(10-16x100m (75-80%) Pausa = 10-20'') Macropausa = 3'
- k) 2-3x(20-30x50m (70-75%) Pausa = 10-15'') Macropausa = 3'

4. Indique as tarefas (máximo de **3**) que mais se assemelham à sua opção para desenvolvimento da **zona A3**:

- a) 2-4x400m (>95%) Pausa > 5'
- b) 2-5x(2-3x200m (85-90%) Pausa=20-40'') Macropausa = 4-5'
- c) 2-5x(4-6x100m (85-90%) Pausa=15-30'') Macropausa = 4-5'
- d) 2-5x(8-12x50m (80-85%) Pausa=10-20'') Macropausa = 4-5'
- e) 16-20x50m (80-85%) Pausa = 30-45'
- f) 8-10x100m (85-90%) Pausa = 30''-1'

Anexo 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO

Prescrição e controlo do regime de treino aeróbio em nadadores

Este projeto de estudo está inserido no âmbito da didática da educação física e do desporto, na área do Treino de Alto Rendimento, e tem como objetivo a obtenção do grau de Doutoramento de *Paulo Jorge Rodrigues Cunha*.

Agradecemos, antecipadamente, o seu interesse neste projeto de investigação. Antes de tomar a decisão de participar, por favor, leia atentamente esta folha informativa.

Caso opte por não participar, não existirão quaisquer inconvenientes. De qualquer modo, em qualquer momento poderá abandonar a continuidade da participação, sem qualquer prejuízo para si.

Temos como alvo prioritário avaliar os processos de avaliação, controlo e prescrição do treino aeróbio em **nadadores absolutos de nível nacional e internacional**. Serão avaliadas variáveis biomecânicas, bioenergéticas e psicológicas.

Para tal ser-lhe-á solicitado que autorize a recolha de amostras sanguíneas, de imagens vídeo e que responda sobre a sua perceção do esforço em cada situação avaliada; serão ainda recolhidas as suas principais medidas corporais. Serão ainda recolhidos os dados biográficos relativamente ao seu historial na modalidade.

Todos os dados são **absolutamente confidenciais**, ficando apenas disponíveis para a equipa de avaliação.

Em caso de dúvida ou incerteza, não hesite em as colocar aos responsáveis pelo projeto:

Paulo Jorge Rodrigues Cunha, Jorge dos Santos Proença Martins e Luís Manuel Pinto Lopes Rama.

Termo de consentimento:

Tomei conhecimento e entendi toda a informação supra relativa a este projeto.

Assumo que:

1. A participação é absolutamente, voluntária;
2. A participação pode ser abandonada a qualquer momento, sem qualquer consequência;
3. Tenho conhecimento dos, eventuais, riscos, na recolha dos dados;
4. Os resultados poderão ser publicados, mas o anonimato está garantido.

Concordo na participação neste estudo.

(O Participante, ou Encarregado de Educação se for menor)

(data)

Anexo 3 - INFORMAÇÃO AOS TREINADORES (2º Estudo)

ESTADO DA ARTE

A Natação Pura Desportiva (NPD) é comumente designada como uma modalidade de resistência, onde o contributo do metabolismo aeróbio, apesar de variável, é decisivo para o fornecimento energético em qualquer prova do calendário desportivo (Gastin, 2001)

Contudo, o esforço em NPD exige a solicitação dos três sistemas de produção de energia. A participação relativa de cada sistema depende da duração de cada prova, partindo do princípio que toda a participação competitiva é cumprida à máxima intensidade (Maglischo, 2003; Olbrecht, 2000; Sweetenham & Atkinson, 2003). Na Tabela 1 está esquematizada uma síntese do contributo aproximado da solicitação metabólica para diferentes distâncias de competição em NPD.

Tabela 1 - Participação relativa dos sistemas metabólicos de fornecimento de energia
(Adaptada de Gastin 2001)

Distância (m)	Solicitação Metabólica		
	% Aeróbia	% Anaerób. láctica	% Anaeróbia aláct.
50	10 – 20	10 – 30	30 – 60
100	20 – 30	20 – 40	20 – 50
200	35 – 55	35 – 45	15 – 30
400	60 – 75	15 – 25	08 – 15
800	80 – 90	06 – 12	05 – 08
1500	88 - 94	05 - 10	01 - 03

O Limiar Láctico (LL) corresponde à intensidade que está associada com o incremento inicial da taxa de acumulação de lactato, durante um teste progressivo (Svedahl & MacIntosh, 2003).

O Limiar Anaeróbio (LAn) é considerado como a mais elevada taxa de concentração de lactato sanguíneo que pode ser mantida em equilíbrio metabólico, durante um exercício prolongado, realizado pela globalidade corporal (Baldari & Guidetti, 2000; Maglischo, 2003, Stegman & Kindermann, 1982; Svedahl & MacIntosh, 2003). O LAn é também definido como uma intensidade de treino, uma velocidade ou uma fracção do VO_{2max} , para um nível de lactato sanguíneo definido ou estado estacionário máximo de lactato (EEML), sendo aceite como uma importante medida da capacidade aeróbia (Bilat, 1996).

Nadadores que não construam inicialmente uma base consistente de capacidade aeróbia, através de processos de treino de A1 (Limiar Láctico, ou Limiar Aeróbio, segundo Maglischo, 2003) e A2 (Limiar Anaeróbio/EEML) realizados a velocidades óptimas, verão limitadas as suas capacidades de concretizarem elevados volumes de treino a intensidades mais altas no âmbito da resistência (Maglischo, 2003). É assim corroborado, o desenvolvimento da capacidade

aeróbia dos atletas como um dos objectivos determinantes para o sucesso na NPD (Dekerle, Pelayo, Brickley & Carter, 2003).

A Tabela 2 sumariza os parâmetros para controlo da carga nas zonas de intensidade A1 e A2.

Tabela 2. Zonas de intensidade do treino da capacidade aeróbia (A1 e A2) e métodos de controlo da carga (adaptado de Maglischo, 2003)

	A1	A2
Lactato sanguíneo (mmol/L)	> 1 e < 3	3 - 7 2 - 10 (Faude et al., 2009) 2,6 - 7,8 (Espada & Alves, 2010)
Frequência Cardíaca (bpm)	< 30 a 60 da FCmax (120 a 150)	< 10 a 20 FCmax (160 a 175)
Percepção do esforço (Escala Borg, 1-20)	12 a 14	15 a 16

A acumulação de lactato aumenta em função da taxa metabólica de trabalho, na medida em que o ácido láctico é um produto da glicogenólise e da glicólise (Billat, Sirvent, Py, Koralsztein e Mercier, 2003).

Nas tarefas de treino das zonas A1 e A2, os nadadores não deverão entrar em competição com colegas de equipa: O objectivo deverá ser nadar a velocidades óptimas, pré definidas, que lhes permita ultrapassar vários parâmetros da capacidade aeróbia, sem uma produção de acidose severa, resultante de lactato (Maglischo, 2003; Sweetenham & Atkinson, 2003). Daí a necessidade de um cada maior controlo científico do processo individual de treino.

A utilização do VO_{2max} na prescrição do treino é muito limitativa, dado que os atletas raramente monitorizam a intensidade da carga de treino utilizando dados do consumo de oxigénio (Bentley, Newell & Bishop, 2007). Por outro lado, testes de lactato sanguíneo padronizados são utilizados com sucesso na monitorização do treino e na predição de resultados (Dotan, 2012; Keskinen, Keskinen e Pöyhönen, 2010; Maglischo, 2003; Pyne, Lee & Swanwick, 2000).

A frequência cardíaca (FC) é frequentemente associada ao aporte metabólico, como revelador da intensidade da carga (Chatard, 2003; Olbrecht, 2000; Pyne, Maw, Goldsmith, 2000). Vários estudos com corredores, nadadores, ciclistas e remadores, apontam para uma relação entre o LAn individual e a deflexão dos valores de FC; contudo, tal não foi comprovado em outros estudos (Francis et al., 1989 e Kuipers et al., 1988; citados por Billat et al. 1996). No entanto a FC continua a ser um importante método de controlo da carga, para muitos treinadores, nomeadamente em tarefas de intensidade submáxima (Sweetenham & Atkinson, 2003).

Existem estudos onde se verificou uma elevada correlação entre o valor do lactato sanguíneo e o nível de Percepção do Esforço (PE) quando utilizada a escala Cr.10 de Borg (Borg & Borg, 2001; Dekerle, Baron et al., 2003), sendo também comprovado o potencial prescritivo da Percepção do Esforço (PE), quer na intensidade, quer para a duração do exercício (Garcin & Billat, 2001).

Contudo, são em número diminuto os estudos de âmbito fisiológico realizados – avaliando distintas tarefas de treino, prescritas em função dos objectivos definidos pelos treinadores – com atletas de nível competitivo elevado; esta situação resultará da dificuldade em persuadir, atletas e respectivos treinadores, em alterarem os seus programas de treino, permitindo responder aos interesses dos cientistas (Laursen & Jenkins, 2002).

OBJECTIVO

A adequada prescrição do exercício no âmbito das actividades cíclicas de resistência é um dos factores determinantes, do processo de treino, conducentes ao sucesso competitivo.

Um número importante de estudos neste âmbito vem sendo realizado, há várias décadas, recorrendo a métodos invasivos (ex. lactatemia) e não invasivos (ex. velocidade crítica) utilizando, inúmeras vezes, amostras com indivíduos cujos níveis de treino e de prestação desportiva se encontram distantes do alto rendimento.

O regime de treino em A1 e A2 são aceites, por um importante número de investigadores e treinadores, como zonas de intensidade determinantes no êxito de nadadores especialistas em provas de distância igual ou superior aos 200 metros.

Inúmeras propostas de tarefas vêm sendo divulgadas para o desenvolvimento de A1 e A2, contudo, não existirão estudos que determinem aquelas cuja prescrição melhor se identifica com a exigência bioenergética pretendida.

Tal é defendido por Maglischo (2003), quando refere que o treino de A1 deve ser realizado durante as primeiras 8 a 12 semanas de treino de cada época, utilizando 60% a 70% do volume de treino nesse período, sendo caracterizado por um volume elevado a intensidades moderadas. Contudo, não estão cientificamente determinadas as tarefas mais adequadas para esta zona de intensidade.

São objectivos principais deste trabalho:

- A. Determinar a relação existente entre o objectivo das tarefas prescritas pelos treinadores e os parâmetros fisiológicos encontrados, nomeadamente de lactatemia (La) e frequência cardíaca (FC), e ainda da percepção do esforço (PE), em nadadores masculinos absolutos de nível nacional e internacional.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Os protocolos incrementais com controlo da La possibilitam uma análise da curva de acumulação de lactato, e de outros parâmetros dela derivados, permitindo o controlo da adaptação metabólica em função da(s) carga(s) de treino (Bentley et al., 2007). Desejamos definir as velocidades correspondentes a A1 (VA1) e A2 (VA2), bem como dos equivalentes de FC, PE e FG associados a estas intensidades.

Procedimentos Gerais

Todos os protocolos serão realizados em piscina de 25 metros, coberta e climatizada, com uma temperatura da água entre os 26 e os 28 graus.

A fim de minorar consideravelmente os efeitos de fadiga residual, os momentos de testagem respeitarão um mínimo de 36 horas de recuperação após o último treino (com cargas pesadas ou severas) ou uma competição (Smith & Morris, 2002).

Todas as situações de realização de testes de desempenho ou de qualquer tipo de recolha dados, serão realizadas sempre no mesmo período horário de forma a minimizar a contaminação resultante do comportamento circadiano de marcadores biológicos (Rama, 2009).

Será controlado o aporte nutricional nas 48 horas que antecedem a realização de cada teste, através do registo do consumo alimentar e hídrico. O padrão alimentar registado antes da realização do 1º teste será caracterizado e entregue a cada atleta, sendo solicitado que o mantenham nos testes seguintes (Rama, 2009). Será igualmente solicitado aos nadadores que evitem a ingestão de café e substâncias excitantes no dia do teste (Grant et al., 2002).

Protocolo A - Para determinação das velocidades correspondentes às zonas de intensidade A1 e A2 será utilizada uma adaptação dos protocolos propostos por Pyne, Lee e Swanwick (2000) & Thompson, Garland & Lothian (2006), operacionalizados por Rama (2009). Será aplicado um teste com utilização de velocidade progressiva, sendo recolhidos os valores correspondentes a La, FC, FG. O mesmo consiste na realização de 7 (sete) repetições de 200 metros, em crol, com intensidade crescente, com tempo de saída a cada 5 minutos. O modo de definição das velocidades correspondentes a cada repetição está apresentado na tabela 3.

Tabela 3. Exemplo de um protocolo individual para o teste de 7x200m.

Relativamente ao recorde pessoal (RP) serão adicionados 5 segundos para definição da velocidade correspondente à última repetição (nº 7); ex: RP=1:50, logo tempo alvo=1:55. Para determinação das velocidades de cada repetição, em ordem inversa, acrescentaremos 5 segundos ao tempo definido para a última repetição.

(Adaptado de Pyne et al., 2000)

Rep. Nº	Valor em segundos inferior ao tempo última repetição	Exemplo (RP – 1:50)(min:seg)
1	-30	2:25
2	-25	2:20
3	-20	2:15
4	-15	2:10
5	-10	2:05
6	-5	2:00
7	0	1:55

Os tempos serão controlados manualmente por técnicos experientes na utilização de cronómetro.

Imediatamente após cada repetição, será colhida uma micro amostra sanguínea da polpa do dedo com o objectivo de avaliar a concentração de lactato. No final da última repetição, serão colhidas amostras no 1', 3', 5', 7' ou até o valor encontrado demonstrar tendência para regredir (Keskinen, Keskinen & Mero., 1996). Para o doseamento do La sanguíneo recorrer-se-á a fitas Arkrey Pro Test Strip e a um analisador portátil de lactato de marca Lactate Pro LT-1710 (Arkray KDK).

Será colocada uma câmara digital a 10 metros da parede de partida, para recolha das imagens que permitirão determinar a FG pelos 40, 90, 140 e 190 metros.

A FC será monitorizada através da utilização de um cardiofrequencímetro Polar® série S810 e software específico “Polar Precision Performance™ Software”.

A PE será realizada através da utilização da escala Cr10 de Borg (Borg & Borg, 2001). No final de cada repetição, os nadadores deverão identificar o esforço percebido, consultando uma tabela onde a referida escala se encontra descrita.

Organização do Estudo

Com base nos resultados apurados no 1º Estudo, pretende-se avaliar os indicadores de esforço nas duas tarefas de treino mais utilizadas em cada zona de intensidade - A1 e A2 - e comparar com o padrão referido na literatura.

Amostra

A amostra será composta por 22 (vinte e dois) nadadores masculinos de meio-fundo e fundo (especialistas em distâncias iguais ou superiores a 200m) de nível nacional e internacional, com idades compreendidas entre os 17 e os 30 anos. Será obtido o consentimento prévio dos sujeitos, respeitando o presente a Declaração de Helsínquia.

Protocolos

Procedimentos comuns nos Protocolos B, C, D e E:

- Os tempos realizados a cada 100 metros, bem como os finais, serão obtidos através de cronometragem digital manual por colaboradores experientes nessa função.
- Para determinação do La será colhida uma micro amostra sanguínea da polpa do dedo, imediatamente após a última repetição, bem como passados 3' e 5'.
- A FC será monitorizada, a meio e no final de cada tarefa protocolar.
- Será colocada uma câmara digital a 10 metros da parede de partida, para recolha das imagens que permitirão determinar a FG.
- Para determinação da PE, no final de cada tarefa, os nadadores deverão identificar o esforço percebido, consultando uma tabela com a escala Cr10 de Borg.

Desenho do estudo

O cronograma deste estudo encontra-se representado na tabela 4.

Tabela 4. Cronograma do 2º estudo

Dia 1	Protocolo A	7x200m crol
Dia 2 (mínimo 36h após Protocolo A)	Protocolo B	Tarefa em zona A1 8x400 L (70%) p=30-45"
Dia 3 (mínimo 24h após Protocolo B)	Protocolo C	Tarefa em zona A2 2x(7x200 L (80-85%) p=30-40") P=3'
Dia 4 (mínimo 36h após Protocolo C)	Protocolo D	Tarefa em zona A1 32x100 L (65%) p=10-15"
Dia 5 (mínimo 24h após Protocolo D)	Protocolo E	Tarefa em zona A2 3x(10x100 L (75-80%) p=10-20") P=3'

Anexo 4 - INFORMAÇÃO AOS TREINADORES (3º Estudo)

ESTADO DA ARTE

A Natação Pura Desportiva (NPD) é comumente designada como uma modalidade de resistência, onde o contributo do metabolismo aeróbio, apesar de variável, é decisivo para o fornecimento energético em qualquer prova do calendário desportivo (Gastin, 2000)

Contudo, o esforço em NPD exige a solicitação dos três sistemas de produção de energia. A participação relativa de cada sistema depende da duração de cada prova, partindo do princípio que toda a participação competitiva é cumprida à máxima intensidade (Maglischo, 2003; Olbrecht, 2000; Sweetenham & Atkinson, 2003). Na Tabela 1 está esquematizada uma síntese do contributo aproximado da solicitação metabólica para diferentes distâncias de competição em NPD.

Tabela 1 - Participação relativa dos sistemas metabólicos de fornecimento de energia

(Adaptada de Gastin 2001)

Distância (m)	Solicitação Metabólica		
	% Aeróbia	% Anaerób. láctica	% Anaeróbia aláct.
50	10 – 20	10 – 30	30 – 60
100	20 – 30	20 – 40	20 – 50
200	35 – 55	35 – 45	15 – 30
400	60 – 75	15 – 25	08 – 15
800	80 – 90	06 – 12	05 – 08
1500	88 – 94	05 – 10	01 – 03

O Limiar Láctico (LL) corresponde à intensidade que está associada com o incremento inicial da taxa de acumulação de lactato, durante um teste progressivo (Svedahl & MacIntosh, 2003).

O Limiar Anaeróbio (LAn) é considerado como a mais elevada taxa de concentração de lactato sanguíneo que pode ser mantida em equilíbrio metabólico, durante um exercício prolongado, realizado pela globalidade corporal (Baldari & Guidetti, 2000; Maglischo, 2003, Stegman & Kindermann., 1982; Svedahl & MacIntosh, 2003). O LAn é também definido como uma intensidade de treino, uma velocidade ou uma fracção do VO_{2max} , para um nível de lactato sanguíneo definido ou estado estacionário máximo de lactato (EEML), sendo aceite como uma importante medida da capacidade aeróbia (Bilat, 1996).

Nadadores que não construam inicialmente uma base consistente de capacidade aeróbia, através de processos de treino de A1 (Limiar Láctico, ou Limiar Aeróbio segundo Maglischo, 2003) e A2 (Limiar Anaeróbio/EEML) realizados a velocidades óptimas, verão limitadas as suas capacidades de concretizarem elevados volumes de treino a intensidades mais altas no âmbito da resistência (Maglischo, 2003). É assim corroborado, o desenvolvimento da capacidade

aeróbia dos atletas como um dos objectivos determinantes para o sucesso na NPD (Dekerle, Pelayo, Brickley & Carter, 2003).

A Tabela 2 sumariza os parâmetros para controlo da carga nas zonas de intensidade A1 e A2.

A acumulação de lactato aumenta em função da taxa metabólica de trabalho, na medida em que o ácido láctico é um produto da glicogenólise e da glicólise (Billat, Sirvent, Py, Koralsztein e Mercier, 2003).

Nas tarefas de treino das zonas A1 e A2, os nadadores não deverão entrar em competição com colegas de equipa: O objectivo deverá ser nadar a velocidades óptimas, pré definidas, que lhes permita ultrapassar vários parâmetros da capacidade aeróbia, sem uma produção de acidose severa, resultante de lactato (Maglischo, 2003; Sweetenham & Atkinson, 2003). Daí a necessidade de um cada maior controlo científico do processo individual de treino.

Tabela 2. Zonas de intensidade do treino da capacidade aeróbia (A1 e A2) e métodos de controlo da carga (adaptado de Maglischo, 2003)

	A1	A2
Lactato sanguíneo (mmol/L)	> 1 e < 3	3 - 7 2 - 10 (Faude et al., 2009) 2,6 - 7,8 (Espada & Alves, 2010)
Frequência Cardíaca (bpm)	< 30 a 60 da FC _{max} (120 a 150)	< 10 a 20 FC _{max} (160 a 175)
Percepção do esforço (Escala Borg, 1-20)	12 a 14	16 a 16

A utilização do VO_{2max} na prescrição do treino é muito limitativa, dado que os atletas raramente monitorizam a intensidade da carga de treino utilizando dados do consumo de oxigénio (Bentley, Newell & Bishop, 2007). Por outro lado, testes de lactato sanguíneo padronizados são utilizados com sucesso na monitorização do treino e na predição de resultados (Dotan, 2012; Keskinen, Keskinen e Pöyhönen, 2010; Maglischo, 2003; Pyne, Lee e Swanwick (2000).

A frequência cardíaca (FC) é frequentemente associada ao aporte metabólico, como revelador da intensidade da carga (Chatard, 2003; Olbrecht, 2000; Pyne, Maw e Goldsmith, 2000). Vários estudos com corredores, nadadores, ciclistas e remadores, apontam para uma relação entre o LAn individual e a deflexão dos valores de FC.; contudo, tal não foi comprovado em outros estudos (Francis et al., 1989 e Kuipers et al., 1988; citados por Billat et al. 1996). No entanto a FC continua a ser um importante método de controlo da carga, para muitos treinadores (Sweetenham & Atkinson, 2003).

Existem estudos onde se verificou uma elevada correlação entre o valor do lactato sanguíneo e o nível de Percepção do Esforço (PE) quando utilizada a escala Cr.10 de Borg (Borg & Borg, 2001; Dekerle, Baron et al., 2003), sendo também comprovado o potencial prescritivo da Percepção do Esforço (PE), quer na intensidade, quer para a duração do exercício (Garcin & Billat, 2001).

Contudo, são em número diminuto os estudos de âmbito fisiológico realizados – avaliando distintas tarefas de treino, prescritas em função dos objectivos definidos pelos treinadores – com atletas de nível competitivo elevado; esta situação resultará da dificuldade em persuadir, atletas e respectivos treinadores, em alterarem os seus programas de treino, permitindo responder aos interesses dos cientistas (Laursen & Jenkins, 2002).

OBJECTIVO

A adequada prescrição do exercício no âmbito das actividades cíclicas de resistência é um dos factores determinantes, do processo de treino, conducentes ao sucesso competitivo.

Um número importante de estudos neste âmbito vem sendo realizado, há várias décadas, recorrendo a métodos invasivos (ex. lactatemia) e não invasivos (ex. velocidade crítica) utilizando, inúmeras vezes, amostras com indivíduos cujos níveis de treino e de prestação desportiva se encontram distantes do alto rendimento.

O regime de treino em A1 e A2 são aceites, por um importante número de investigadores e treinadores, como zonas de intensidade determinantes no êxito de nadadores especialistas em provas de distância igual ou superior aos 200 metros.

Inúmeras propostas de tarefas vêm sendo divulgadas para o desenvolvimento de A1 e A2, contudo, não existirão estudos que determinem aquelas cuja prescrição melhor se identifica com a exigência bioenergética pretendida.

Tal é defendido por Maglischo (2003), quando refere que o treino de A1 deve ser realizado durante as primeiras 8 a 12 semanas de treino de cada época, utilizando 60% a 70% do volume de treino nesse período, sendo caracterizado por um volume elevado a intensidades moderadas. Contudo, não estão cientificamente determinadas as tarefas mais adequadas para esta zona de intensidade.

São objectivos principais deste trabalho:

- A. Apurar a influência de tarefas específicas, através da aplicação de dois programas de treino diferenciados ao nível da operacionalização de tarefas nas zonas de treino A1, A2 e PA, em nadadores masculinos absolutos de nível nacional e internacional.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Introdução

Os protocolos incrementais com controlo da lactatemia possibilitam uma análise da curva de acumulação de lactato, e de outros parâmetros dela derivados, permitindo o controlo da adaptação metabólica em função da(s) carga(s) de treino (Bentley et al., 2007). Desejamos definir as velocidades correspondentes a A1 (VA1) e A2 (VA2), bem como dos equivalentes de FC, PE e FG associados a estas intensidades.

Procedimentos Gerais

Todos os protocolos serão realizados em piscina de 25 metros, coberta e climatizada, com uma temperatura da água entre os 26 e os 28 graus.

A fim de minorar consideravelmente os efeitos de fadiga residual, os momentos de testagem respeitarão um mínimo de 36 horas de recuperação após o último treino (com cargas pesadas ou severas) ou uma competição (Smith & Morris, 2002).

Todas as situações de realização de testes de desempenho ou de qualquer tipo de recolha dados, serão realizadas sempre no mesmo período horário de forma a minimizar a contaminação resultante do comportamento circadiano de marcadores biológicos (Rama, 2009).

Será controlado o aporte nutricional nas 48 horas que antecedem a realização de cada teste, através do registo do consumo alimentar e hídrico. O padrão alimentar registado antes da realização do 1º teste será caracterizado e entregue a cada atleta, sendo solicitado que o mantenham nos testes seguintes (Rama, 2009). Será igualmente solicitado aos nadadores que evitem a ingestão de café e substâncias excitantes no dia do teste (Grant et al., 2002).

Protocolo A - Para determinação das velocidades correspondentes às zonas de intensidade A1 e A2 será utilizada uma adaptação dos protocolos propostos por Pyne, Lee e Swanwick (2000) e Thompson, Garland e Lothian (2006), operacionalizado por Rama (2009). Será aplicado um teste com utilização de velocidade progressiva, sendo recolhidos os valores correspondentes a La, FC, FG. O mesmo consiste na realização de 7 (sete) repetições de 200 metros, em crol, com intensidade crescente, com tempo de saída a cada 5 minutos. O modo de definição das velocidades correspondentes a cada repetição está apresentado na tabela 3.

Os tempos serão controlados manualmente por técnicos experientes na utilização de cronómetro.

Imediatamente após cada repetição, será colhida uma micro amostra sanguínea da polpa do dedo com o objectivo de avaliar a concentração de lactato. No final da última repetição, serão colhidas amostras no 1', 3', 5', 7' ou até o valor encontrado demonstrar tendência para regredir (Keskinen, Keskinen & Mero., 1996). Para o doseamento do La sanguíneo recorrer-se-á a fitas Arkrey Pro Test Strip e a um analisador portátil de lactato de marca Lactate Pro LT-1710 (Arkray KDK).

Tabela 3. Exemplo de um protocolo individual para o teste de 7x200m.

Relativamente ao recorde pessoal (RP) serão adicionados 5 segundos para definição da velocidade correspondente à última repetição (nº 7); ex: RP=1:50, logo tempo alvo=1:55. Para determinação das velocidades de cada repetição, em ordem inversa, acrescentaremos 5 segundos ao tempo definido para a última repetição.

(Adaptado de Pyne et al., 2000)

Rep. Nº	Valor em segundos superior ao Record Pessoal (RP)	Exemplo (RP – 1:50)(min:seg)
1	-35	2:25
2	-30	2:20
3	-25	2:15
4	-20	2:10
5	-15	2:05
6	-10	2:00
7	-5	1:55

Será colocada uma câmara digital a 10 metros da parede de partida, para recolha das imagens que permitirão confirmar as FG e os tempos realizados

A FC será monitorizada através da utilização de um cardiofrequencímetro Polar® série S810 e software específico “Polar PrecisionPerformance™ Software”.

A PE será realizada através da utilização da escala Cr10 de Borg (Borg & Borg, 2001). No final de cada repetição, os nadadores deverão identificar o esforço percebido, consultando uma tabela onde a referida escala se encontra descrita.

ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

Amostra

A amostra será composta por 22 (vinte e dois) nadadores masculinos de meio-fundo e fundo (especialistas em distâncias iguais ou superiores a 200m) de nível nacional e internacional, com idades compreendidas entre os 16 e os 30 anos. Serão divididos em dois grupos de 11 elementos cada.

Durante 4 semanas, as tarefas de treino em A1 e A2, serão diferenciadas em cada grupo: o **grupo 1** realizará as tarefas utilizando sempre a mesma série progressiva, enquanto o **grupo 2** cumprirá séries exactas para cada zona de intensidade (A1, A2 e PA). As restantes tarefas de cada unidade de treino serão realizadas por ambos os grupos.

Na tabela 5 encontra-se o cronograma do presente estudo.

Tabela 4. Cronograma do estudo 3

24 a 48 antes do início do processo de treino diferenciado	Aplicação do Protocolo A	7x200m crol
4 semanas de treino condicionado nas zonas A1, A2 e PA		
48 após a conclusão do processo de treino diferenciado	Aplicação do Protocolo A	7x200m crol

Tabela 5. Planeamento das sessões especiais.

As velocidades serão definidas em função dos resultados individuais do Protocolo A.

	Grupo 1	Grupo 2
1ª Semana	2ª feira – 2x(12x100 – 7 em A1 p=10" 4 em A2 p=15" 1 em PA p= 2') 4ª feira – Idem 6ª feira – Idem	2ª feira – 26x100 p=10" (A1) 4ª feira – 26x100 p=10" (A1) 6ª feira - 10x100 p=10" (A1) + 3' + 10x100 p=15" (A2)
2ª Semana	2ª feira – 2x(12x100 – 7 em A1 p=10" 4 em A2 p=15" 1 em PA p= 2') 4ª feira – Idem 6ª feira – Idem	2ª feira – 22x100 p=10" (A1) 4ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 6ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2)
3ª Semana	2ª feira – 2x(12x100 – 7 em A1 p=10" 4 em A2 p=15" 1 em PA p= 2') 4ª feira – Idem 6ª feira – Idem	2ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 4ª feira – 12x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 6ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 2x(5x100 p=20") P=3' (PA)
4ª Semana	2ª feira – 2x(12x100 – 7 em A1 p=10" 4 em A2 p=15" 1 em PA p= 2') 3ª feira – Idem 5ª feira – Idem	2ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 3ª feira – 12x100 p=10" (A1) + 3' + 15x100 p=15" (A2) 5ª feira – 10x100 p=10" (A1) + 3' + 3x(5x100 p=20") P=3' (PA)

Anexo 5 - FICHAS DE REGISTO DOS DADOS (2º e 3º Estudos)

				7x200m	Marcas de referência					
Nome	nº ordem	Dia	M. Tempo	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª 4x50
				50m	100m	150m		50m	100m	150m
			02:35	38"	01:17	01:56	02:10	32"	01:05	01:38
			02:30	37"	01:15	01:52	02:05	31"	01:02	01:33
			02:25	36"	01:12	01:48	02:00	30"	01:00	01:30
			02:20	35"	01:10	01:45	01:55	28"	57"	01:26
			02:15	33"	01:07	01:41	L.Rama/PCunha			

Tarefa:	8x400 L (A1) P=30-45"																		
Data:																			
Nadador:				Clube				La - Pré-teste											
Objectivo:				Tempo de saída:				FC - Pré-teste											
	1ª			2ª			3ª			4ª									
	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	FC						
100																			
200																			
300																			
400																			
	1ª			2ª			3ª			4ª									
	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	FC	RPE	La				
100															1'				
200															3'				
300															5'				
400																			
													PCunha						

Tarefa:	32x100 (A1) p=10-15"							
Data:								
Nadador:			Clube		La - Pré-teste			
Objectivo:			Tempo de saída:		FC - Pré-teste			
	Tempo	FG		Tempo	FG			
1ª			17ª					
2ª			18ª					
3ª			19ª					
4ª			20ª					
5ª			21ª					
6ª			22ª					
7ª			23ª					
8ª			24ª					
9ª			25ª					
10ª			26ª					
11ª			27ª					
12ª			28ª					
13ª			29ª					
14ª			30ª					
15ª			31ª					
16ª			32ª			La		
FC			FC			1'	3'	5'
RPE			RPE					
						<i>PCunha</i>		

Tarefa:	2x(7x200 (A2) p=30-40") P=3'																																																																																																																																			
Data:																																																																																																																																				
Nadador:							Clube			La - Pré-teste																																																																																																																										
Objectivo:			Tempo de saída:				FC - Pré-teste																																																																																																																													
1ª Série <table border="1"> <tr> <td colspan="3">1ª</td> <td colspan="3">2ª</td> <td colspan="3">3ª</td> <td colspan="3">4ª</td> </tr> <tr> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">5ª</td> <td colspan="3">6ª</td> <td colspan="6">7ª</td> </tr> <tr> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>FC</td> <td>RPE</td> <td>La</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1'</td> </tr> </table>													1ª			2ª			3ª			4ª			Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	100												200												5ª			6ª			7ª						Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	FC	RPE	La	100												200											1'																								
1ª			2ª			3ª			4ª																																																																																																																											
Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG																																																																																																																									
100																																																																																																																																				
200																																																																																																																																				
5ª			6ª			7ª																																																																																																																														
Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	FC	RPE	La																																																																																																																									
100																																																																																																																																				
200											1'																																																																																																																									
2ª Série <table border="1"> <tr> <td colspan="3">1ª</td> <td colspan="3">2ª</td> <td colspan="3">3ª</td> <td colspan="3">4ª</td> </tr> <tr> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">5ª</td> <td colspan="3">6ª</td> <td colspan="6">7ª</td> </tr> <tr> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>Acumulado</td> <td>Parcial</td> <td>FG</td> <td>FC</td> <td>RPE</td> <td>La</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1'</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3'</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5'</td> </tr> </table>													1ª			2ª			3ª			4ª			Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	100												200												5ª			6ª			7ª						Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	FC	RPE	La	100												200											1'												3'												5'
1ª			2ª			3ª			4ª																																																																																																																											
Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG																																																																																																																									
100																																																																																																																																				
200																																																																																																																																				
5ª			6ª			7ª																																																																																																																														
Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	Acumulado	Parcial	FG	FC	RPE	La																																																																																																																									
100																																																																																																																																				
200											1'																																																																																																																									
											3'																																																																																																																									
											5'																																																																																																																									
									<i>PCunha</i>																																																																																																																											

Tarefa:	3x(10x100 (A2) p=10-20") P=3'							
Data:								
Nadador:					Clube		La - Pré-teste	
Objectivo:			Tempo de saída:				FC - Pré-teste	
1ª Série			2ª Série			3ª Série		
	Tempo	FG		Tempo	FG		Tempo	FG
1ª			1ª			1ª		
2ª			2ª			2ª		
3ª			3ª			3ª		
4ª			4ª			4ª		
5ª			5ª			5ª		
6ª			6ª			6ª		
7ª			7ª			7ª		
8ª			8ª			8ª		
9ª			9ª			9ª		
10ª			10ª			10ª		
FC			FC			FC		
RPE			RPE			RPE		
La (1')			La (1')			La (1')	La (3')	La (5')
Nadador:					Clube		La - Pré-teste	
Objectivo:			Tempo de saída:				FC - Pré-teste	
						PCunha		

Anexo 6 - ESCALA DE BORG PARA CONSULTA DOS NADADORES

PERCEPÇÃO DO ESFORÇO

ESCALA DE BORG (CR 10)

0,5	MUITÍSSIMO FÁCIL
1	MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	MODERADAMENTE DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	DIFÍCIL
7	MUITO DIFÍCIL
8	MUITO DIFÍCIL
9	MUITÍSSIMO DIFÍCIL
10	MÁXIMO – EXTENUANTE