

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

“Avaliação do potencial da resposta da Variabilidade da Frequência Cardíaca, POMS SF42 e WHO-5 na monitorização do treino em jovens nadadores ao longo de um ciclo de treino”.

João Filipe Albano Viola

Coimbra, 2022

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

“Avaliação do potencial da resposta da Variabilidade da Frequência Cardíaca, POMS-SF42 e WHO-5 na monitorização do treino em jovens nadadores ao longo de um ciclo de treino”.

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra com vista à obtenção do grau de mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, sob coordenação do Professor Doutor Luís Rama.

João Filipe Albano Viola

Coimbra, 2022

Viola, J. F. A. (2022). Avaliação do potencial da resposta da Variabilidade da Frequência Cardíaca, do POMS SF42 e do WHO-5 na monitorização do treino em jovens nadadores ao longo de um ciclo de treino. Dissertação de Mestrado. Coimbra: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, 2022.

AGRADECIMENTOS

O desfecho deste trabalho vem completar a segunda fase do meu percurso académico na Universidade de Coimbra, onde conheci e fiz amizades que levarei até ao final dos meus dias.

De certeza que não conseguirei enumerar todas as pessoas que me ajudaram, de forma direta ou indireta, neste projeto. A todos aqueles que ajudaram de uma forma ou de outra os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar ao meu orientador Prof. Drº Luís Manuel Rama pela sua orientação, apoio, conselhos, disponibilidade e confiança por me aturar ao longo destes anos nas minhas mil e uma ideias e termos conseguido a realização e conclusão deste trabalho.

Ao meu douto José Manuel Borges, que entrou na minha vida da forma menos esperada e possível e que ao longo destes anos se tornou um amigo, colega de trabalho, e a quem a erudição nunca faltará na sua doutrina da vida e do treino.

À Drª Fátima Rosado pela sua disponibilidade e apoio na recolha de dados.

A professora Mónica Rezende pela sua disponibilidade e apoio ao longo destes anos todos de grande amizade, e ter estado sempre presente mesmo no outro lado do globo.

Aos meus grandes amigos Nelson Judas, Rui Fonseca, pela compreensão da minha ausência nestes últimos tempos.

Ao Futebol Clube do Porto, representado pelo Engº Luís Fernandes o meu muito obrigado pela oportunidade e confiança que me deu para a realização deste estudo.

Um agradecimento especial aos nadadores que voluntariamente participaram neste estudo, com a certeza do que foi pensado será certamente útil para os poder ajudar a evoluir mais no futuro.

Termino com o maior agradecimento de todos, que é dirigido aos meus pais, irmã e á minha namorada Maria, pela ajuda, compressão, compaixão, ausência que sentiram ao longo deste estudo, e que, se sintam honrados com este trabalho. Para vocês o meu muito obrigado.

“Tenho em mim todos os sonhos do mundo”

Fernando Pessoa

Resumo

Um dos maiores paradigmas da área do treino, está em verificar o impacto dos estímulos de treino nas adaptações agudas e crônicas com consequências no desempenho. Os atletas demonstram capacidade de adaptação do organismo individualizada e não genérica.

Neste estudo pretendemos demonstrar a pertinência da variabilidade da frequência cardíaca e outros marcadores psicométricos na monitorização da adaptação à carga de treino em jovens nadadores de bom nível competitivo.

Existem na atualidade várias estratégias e metodologias de monitorização da carga de treino de validade questionável embora bastante utilizados na sua monitorização, seja ela diária ou semanal.

À relação da regulação autonómica, através da resposta cardíaca avaliada através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) com os diferentes estados de treino e de fadiga que caracterizam o processo de treino os resultados continuam pouco claros.

O objetivo deste estudo foi analisar a resposta de diferentes marcadores autonómicos de perceção de bem-estar e de estados de humor na resposta a carga, através da análise da do seu comportamento na resposta crónica e aguda ao longo de um macrociclo. Embora na literatura publicada sobre a utilização da VFC e os seus domínios (temporal / frequência) não sejam coerentes tanto na recolha como no tratamento dos mesmos, existe um que marcador que é frequentemente utilizado e tido como sendo fiável e consistente. Para o efeito, utilizou-se neste estudo como marcador da VFC o logaritmo da raiz quadrada das médias da soma das diferenças sucessivas entre intervalos RR normais adjacentes (LnRMSSD). Foram selecionados 11 nadadores, 8 do sexo masculino (idade: $15,56 \pm 0,50$; altura $171,88 \pm 6,75$; massa corporal $60,35 \pm 6,76$) e 3 do sexo feminino (idade: $15 \pm 0,29$; altura $161,33 \pm 2,89$; massa corporal $52,53 \pm 9,31$), de bom nível competitivo (masculinos 489 ± 30 ; feminino 507 ± 112). O desenvolvimento do estudo compreendeu três fases com monitorização diária ou pontual dos marcadores supracitados durante 11 semanas. Na primeira fase procedeu-se a recolha das variáveis antropométricas para a caracterização da amostra e adicionalmente foi realizada a familiarização com os questionários e os

equipamentos utilizados durante o estudo. Na segunda fase procedeu-se à recolha das variáveis: questionários e VFC, e por fim a terceira fase compreendeu a análise da VFC e dos questionários com recurso a software informático. No momento do estudo os atletas cumpriam um programa de treinos regular e com uma frequência de 7 a 8 sessões de treino semanal de piscina e de 5 unidades de treino complementar (treino físico). O controle e monitorização da VFC decorreu diariamente de manhã ao acordar prontidão antes e depois do treino da tarde, pré e pós treino os atletas recolheram na posição supina durante 5 minutos, excluindo o primeiro minuto, e os últimos 2 minutos para análise para determinação dos parâmetros temporais e de frequência da VFC, a partir dos intervalos RR (Polar H7 & H10; Kubios HRV). A variável sexo não demonstrou influenciar os valores da VFC, o que legitimou as análises posteriores considerando nadadores amostra total dos nadadores. O LnRMSSD apresentou um decréscimo da prontidão da manhã com o pré e pós treino, o mesmo acontecendo entre o pré e pós treino. Não se verificaram correlações com significado entre a VFC e o perfil de estados de humor no início e no final da semana, bem como na correlação entre a VFC e o índice bem-estar. Verificou-se uma correlação inversa do índice de bem-estar com a carga de treino. Foi encontrada uma associação da VFC com a carga de treino (volume/intensidade), nas unidades de treino no pré e pós com o somatório da LnRMSSD. Volume ($r=-0,18$; $p 0,04$) e UAC ($r=-0,22$; $p 0,01$).

Os resultados obtidos em relação à VFC, enquanto metodologia não invasiva que permite à resposta autonómica revelou ser concordante com a literatura publicada. Contudo o controlo dos estados humor – POMS FS42 mostrou-se independente da variação da carga, já o oposto ocorreu com o índice de bem-estar (WHO-5). Todos os valores encontrados no estudo se mantêm dentro dos reportados pela literatura. Os resultados deste trabalho, permitiram evidenciar o comportamento de diferentes marcadores no controlo da adaptação à carga de treino em atletas de resistência e bom nível competitivo.

Palavras Chave: Sistema nervoso autónomo, carga treino, natação.

ABSTRACT

One of the biggest paradigms in the training area is to verify the impact of training stimuli on acute and chronic adaptations with consequences on performance. Athletes demonstrate individualized and non-generic adaptability of the organism.

In this study we intend to demonstrate the relevance of heart rate variability and other psychometric markers in monitoring adaptation to training load in young swimmers of good competitive level.

There are currently several strategies and methodologies for monitoring the training load of questionable validity, although they are widely used in its monitoring, whether daily or weekly.

Regarding the autonomic regulation, through the cardiac response evaluated through the heart rate variability (HRV) with the different training and fatigue states that characterize the training process, the results remain unclear.

The aim of this study was to analyze the response of different autonomic markers of perceived well-being and mood states in the response to load, through the analysis of their behavior in the chronic and acute response over a macrocycle. Although in the published literature on the use of HRV and its domains (temporal / frequency) they are not consistent both in the collection and in the treatment of them, there is a marker that is frequently used and considered to be reliable and consistent. For this purpose, in this study, the logarithm of the square root of the means of the sum of successive differences between adjacent normal RR intervals (LnRMSSD) was used as a HRV marker. Eleven swimmers were selected, 8 males (age: 15.56 ± 0.50 ; height 171.88 ± 6.75 ; body mass 60.35 ± 6.76) and 3 females (age: 15 ± 0.29 ; height 161.33 ± 2.89 ; body mass 52.53 ± 9.31), with a good competitive level (male 489 ± 30 ; female 507 ± 112). The development of the study comprised three phases with daily or punctual monitoring of the aforementioned markers for 11 weeks. In the first phase, anthropometric variables were collected to characterize the sample and additionally, familiarization with the questionnaires and equipment used during the study was performed. In the second phase, the variables were collected: questionnaires and HRV, and finally the third phase included the analysis of HRV and questionnaires using

computer software. At the time of the study, the athletes followed a regular training program with a frequency of 7 to 8 weekly pool training sessions and 5 complementary training units (physical training). The HRV control and monitoring took place daily in the morning upon waking up, readiness before and after the afternoon training, pre and post training, the athletes collected in the supine position for 5 minutes, excluding the first minute, and the last 2 minutes for analysis to determine the HRV temporal and frequency parameters, from the RR intervals (Polar H7 & H10; Kubios HRV). The gender variable did not show to influence the HRV values, which legitimized the later analyzes considering swimmers as a total sample of swimmers. The LnRMSSD showed a decrease in morning readiness with pre and post training, the same happening between pre and post training. There were no significant correlations between HRV and the profile of mood states at the beginning and end of the week, as well as in the correlation between HRV and the well-being index. There was an inverse correlation between the well-being index and the training load. An association between HRV and training load (volume/intensity) was found in pre and post training units with the sum of LnRMSSD. Volume ($r=-0.18$; $p 0.04$) and UAC ($r=-0.22$; $p 0.01$).

The results obtained in relation to HRV, as a non-invasive methodology that allows for an autonomic response, proved to be in agreement with the published literature. However, the control of mood states - POMS FS42 was shown to be independent of load variation, whereas the opposite occurred with the well-being index (WHO-5). All values found in the study remain within those reported in the literature. The results of this work allowed to evidence the behavior of different markers in the control of adaptation to the training load in resistance athletes and good competitive level.

Keywords: Autonomic nervous system, training load, swimming.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	2
2. Revisão Literatura	3
2.1 Caracterização da Natação	3
2.2 Caracterização do Nadador.....	3
2.2.1 – Características do Nadador.....	3
2.3 Estruturas básicas da periodização do treino	5
2.3.1 – Macroциclo.....	5
2.3.2 – Mesociclo	6
2.3.3 – Microциclo.....	8
2.4 Caracterização fisiológica do esforço NPD.....	9
2.5 Caracterização da carga de treino em NPD.....	11
2.6 Zonas de Intensidade de treino em NPD	12
2.6.1 – Estratégia de Quantificação da carga de treino em NDP	15
2.7 Monitorização e controlo da adaptação à carga de treino.....	16
2.7.1 – Protocolos na monitorização e adaptação a carga de treino.....	18
2.8 Frequência cardíaca como marcador não invasivo da resposta á carga de treino	20
2.8.1 – Regulação da atividade cardíaca	21
2.8.2 – Nodulo Sinusal (SA).....	21
2.8.3 – Potenciais de ação no músculo cardíaco	22
2.8.4 – Regulação Intrínseca e Extrínseca	23
2.8.5 – Regulação Intrínseca	24
2.8.6 – Regulação Extrínseca	25
2.8.7 – Mecanismo de ritimicidade do nóculo sinusal.....	27
2.9 Variabilidade da Frequência cardíaca.....	28
2.9.1 – Métodos de Avaliação da VFC	32
2.9.2 – Análise no Domínio do Tempo.....	33
2.9.3 – Análise no Domínio da Frequência.....	35
2.9.4 – A variabilidade da frequência cardíaca em nadadores.....	36

2.10 Marcadores psicométricos com interesse para a monitorização do treino	37
2.10.1 – O perfil de estado de humor	38
2.10.2 – Utilização do POMS no controlo e monitorização do treino em NPD	42
2.10.3 – Índice de Bem-Estar	43
3. Apresentação e definição do problema	45
3.1 Objetivo Geral	45
4. Metodologia	46
4.1 Desenho do Estudo	46
4.2 Caracterização da Amostra	46
4.3 Variáveis de Estudo	48
4.3.1 – Variáveis da carga de treino	48
4.3.2 – Variáveis da VFC	48
4.3.3 – Variáveis na monitorização dos estados de humor	48
4.3.4 – Variáveis na monitorização do índice de bem-estar	48
4.4 Instrumentos	48
4.4.1 – Avaliação da VFC	48
4.4.2 – Questionário Perfil de estados de humor - POMS	49
4.4.3 – Questionário índice de bem-estar	49
4.5 Procedimentos	50
4.5.1 – Análise dos registos da FC para posterior análise da VFC	52
4.5.2 – Análise dos registos POMS & WHO-5 para posterior análise	52
4.6 Tratamento Estatístico	53
5. Apresentação e discussão dos resultados	54
5.1 – Carga de treino	54
5.2 – Variação dos Estados de Humor (POMS SF42)	58
5.3 – Perceção de bem-estar WHO-5	61
5.4 – Variabilidade da Frequência Cardíaca	63

5.5 – Discussão	66
5.6 – Conclusão.....	68
5.7 – Recomendações / Sugestões	69
6. <i>Bibliografia</i>	70
Anexos.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – POTENCIAIS DE AÇÃO RÍTMICOS DE UMA FIBRA DE PURKINJE E DE UMA FIBRA MUSCULAR VENTRICULAR. RETIRADO DE: TRATADO DA FISIOLOGIA HUMANA, EDITORA GUANABARA KOOGAN, 5 ED, RIO DE JANEIRO, 1993.	23
FIGURA 2 ELETROCARDIOGRAMA COM RESPECTIVAS ONDAS P, T E COMPLEXO QRS. RETIRADO DE: HTTP://WWW.DIGIMED.UFC.BR/WIKI/INDEX.PHP/ARQUIVO:QRS.JPG	25
FIGURA 3 – EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO SIMPÁTICA E PARASSIMPÁTICA SOBRE OS POTENCIAIS DE AÇÃO DO NODULO SINUSAL. A: NORMAL; B: ESTIMULAÇÃO SIMPÁTICA AUMENTADA A VELOCIDADE DA DESPOLARIZAÇÃO E AUMENTA A FREQUÊNCIA AOS POTENCIAIS DE AÇÃO E C: ESTIMULAÇÃO PARASSIMPÁTICA DIMINUI A VELOCIDADE DA DESPOLARIZAÇÃO E DIMINUI A FREQUÊNCIA DOS POTENCIAIS DE AÇÃO. RETIRADO DE: COSTANZO, 1999. FISIOLOGIA EDITORA GUANABARA S.A	27
FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO INTERVALO RR DE POINCARÉ RETIRADO DO MANUAL SOFTWARE (KUBIOS HRV ANALYSIS).	34
FIGURA 5 – PERFIL DOS ESTADOS DE HUMOR PARA ATLETAS DE ELITE (RETIRADO DE MORGAN, 1976; MCNAIR, D.M., LORR, M., & DROPPLEMAN, L.F., 1971).	39
FIGURA 6 – VALORES DESCRITIVOS ($M \pm DP$) DO VALOR DE POMS INÍCIO E FINAL DE SEMANA AO LONGO DO ESTUDO.	58
FIGURA 7 – VALORES DESCRITIVOS DO POMS ($M \pm DP$) DO INÍCIO SEMANA A E FINAL DE SEMANA B, AO LONGO DO ESTUDO.	59
FIGURA 8 – CORRELAÇÃO PEARSON ENTRE O POMS IS E POMS FS.	60
FIGURA 9 – VARIAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DO LNRMSD AT E DT.	65

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – VALORES DE MÉDIA, DESVIO PADRÃO, MÍNIMO E MÁXIMO DA IDADE CRONOLÓGICA DA AMOSTRA INICIAL DO ESTUDO COM N=11.	47
TABELA 2 – VALORES DE MÉDIA, DESVIO PADRÃO DA AMOSTRA DO ESTUDO.	47
TABELA 3 – VALORES DO VOLUME (M), INTENSIDADE (U.A.C), NÚMERO DE UNIDADES DE TREINO, E TIPO DE MICROCICLO, NOS DIFERENTES MICROCICLOS/ SEMANAS DE AVALIAÇÃO	54
TABELA 4 – VALORES EM (%) PELAS DIFERENTES ZONAS DE TREINO.	55
TABELA 5 – VALORES DAS QUALIDADES DE TREINO EXPRESSOS EM (%), NOS DIFERENTES MOMENTOS DE AVALIAÇÃO.	56
TABELA 6 – ANÁLISE DESCRITIVA DO PERFIL DE ESTADOS DE HUMOR DO POMS INICIAL E FINAL.	59
TABELA 7 – VALORES DESCRITIVOS DO SOMATÓRIO E DO VALOR MÉDIO E COEFICIENTE VARIAÇÃO WHO-5 SEMANAIS AO LONGO DOS MICROCICLOS DO ESTUDO.	62
TABELA 8 – CORRELAÇÃO DOS PARÂMETROS DA CARGA DE TREINO COM O ÍNDICE DE BEM-ESTAR.	62
TABELA 9 – VALORES DESCRITIVOS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA AO LONGO DOS MICROCICLOS DO ESTUDO.....	63
TABELA 10 – VALORES MÉDIOS GLOBAIS DE DESVIO PADRÃO E COEFICIENTE VARIAÇÃO DO LNRMSSD, PM, AT, DT, AO LONGO DOS MICROCICLOS DO ESTUDO.....	64
TABELA 11 – VALORES DE CORRELAÇÃO PEARSON DO SOMATÓRIO DA VARIÁVEL TEMPORAL (LNRMSSD) E DA CARGA DE TREINO.	66

ÍNDICE QUADROS

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS MICROCICLOS SEGUNDO UM CONJUNTO DE AUTORES REPRESENTATIVOS DE DIFERENTES ESCOLAS DA METODOLOGIA DE TREINO, RETIRADO DE RAPOSO (2017).....	8
QUADRO 2 – PARTICIPAÇÃO RELATIVA DOS DIFERENTES SISTEMAS ENERGÉTICOS (ADAPTADO DE GASTIN, 2001).....	10
QUADRO 3 – CLASSIFICAÇÃO DAS ZONAS DE INTENSIDADE (ADAPTADO DE NAVARRO, 1991; BORGES, 2008).....	14
QUADRO 4 – ZONA DE INTENSIDADE, OBJETIVO, PERCENTAGEM DA VELOCIDADE MÁXIMA OBTIDA ATRAVÉS DE UM TESTE DE 15 METROS, LACTATEMIA PROVÁVEL E ÍNDICES DE PONDERAÇÃO (ADAPTADO DE MUJICA, CHATARD ET AL. 1995; VALDEVIESO, 2001; MAGLISCHO, 2003; RAMA & TEIXEIRA, 2004).	16
QUADRO 5 – INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA MONITORIZAÇÃO DA CARGA INTERNA E EXTERNA EM JOVENS NADADORES (PYNE, 2021).	17
QUADRO 6 – PERFIL DE ESTADOS HUMOR, AGRUPADOS POR NÍVEL DE PARTICIPAÇÃO DESPORTIVA (MÉDIA E DESVIO PADRÃO). (ADAPTADO DE TERRY & LANE, 2000).....	41
QUADRO 7 – PERFIL DE ESTADOS HUMOR, AGRUPADOS POR NÍVEL EM CONSIDERAÇÃO A SUA SITUAÇÃO DESPORTIVA (ADAPTADO DE TERRY & LANE,2000).	42

ÍNDICE GRAFICOS

GRÁFICO 1 – VARIAÇÃO DO VOLUME (M) COM A INTENSIDADE (U.A.C) NOS MICROCICLOS DO ESTUDO.....	56
GRÁFICO 2 – VARIAÇÃO DO VOLUME (M) COM A INTENSIDADE (U.A.C) NOS DIFERENTES DIAS DA SEMANA.....	57
GRÁFICO 3 – PERCENTAGEM DO VOLUME POR ZONAS DE INTENSIDADE (%) NOS DIFERENTES MICROCICLOS DO ESTUDO.....	57
GRÁFICO 4 – VALORES DO POMS IS (A) E FS (B) NAS DIFERENTES DIMENSÕES AO LONGO, DO PERÍODO DE ESTUDO.....	60
GRÁFICO 5 – VARIAÇÃO DA ESCALA VIGOR AO LONGO DOS MICROCICLOS DO ESTUDO, NO INÍCIO E FINAL DOS MESMOS COM A CARGA DE TREINO.....	61
GRÁFICO 6 – VARIAÇÃO DA ESCALA FADIGA AO LONGO DOS MICROCICLOS DO ESTUDO, NO INÍCIO E FINAL DOS MESMOS COM A CARGA DE TREINO.....	61
GRÁFICO 7 – VARIAÇÃO DO MARCADOR LNRMSD NOS TRÊS MOMENTOS DE ANÁLISE, AO LONGO DOS MICROCICLOS.	64

ABREVIATURAS E SIGLAS

A1	Aeróbio 1
A2	Aeróbio 2
A3	Limiar Anaeróbio
A4	Potência Anaeróbia
AA	Anaeróbia Álactica
AA	Anaeróbia Álactica
Ach	Acetilcolina
AEL	Recuperação Aeróbia Ligeira
AEM	Recuperação Aeróbia Moderada
AJ	Ajuste
ATR	Acumulação, Transformação e Realização
AV	Nodulo auriculoventricular
AV	Auriculoventricular
BPM	Batimentos por Minuto
C	Competitivo
CA	Carga
Cv	Coefficiente Variação
E1	Estilo Principal do Nadador
ECG	Eletrocardiograma
EE	Estilo a Escolha
FC	Frequência Cardíaca
FFT	Transformação rápida de Fourier
FINA	Federação Internacional Natação
FPN	Federação Portuguesa Natação
HF	Alta frequência
Hz	Unidade de medida Hertz
IM	Impacto
IMC	Índice de massa corporal
K+	Potássio
KM	Total de Quilómetros cumpridos
LA	Limiar Anaeróbio

LAT	Lactato
LF	Baixa frequência
LF/HF	Rácio baixa/alta frequência
LL	Limiar de Lactato
LnRMSSD	logaritmo natural da RMSSD
M	Total de Metros cumpridos
MEAN RR	Média dos intervalos entre batimentos
MM	Melhor Marca
MPL	Máxima Produção Lactato
ms	Metros por segundo
NPD	Natação Pura Desportiva
OMS	Organização Mundial Saúde
PA	Potência Anaeróbia
PA	Potências de ação
PC	Período Competitivo
PL	Produção Láctica
pNN50	Porcentagem de intervalos RR normais que diferem em mais de 50 milissegundos do seu adjacente.
POMS	Perfil de Estados Humor
PPE	Período Preparatório Específico
PPG	Período Preparatório Geral
PTS	Pontos
rMSSD	Raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre intervalos RR normais adjacentes ao quadrado
RR	Intervalo entre batimentos
RTM	Ritmo Prova
S1	Semana / Microciclo 1
S2	Semana / Microciclo 2
S3	Semana / Microciclo 3
S4	Semana / Microciclo 4
S5	Semana / Microciclo 5
S6	Semana / Microciclo 6
S7	Semana / Microciclo 7

S8	Semana / Microciclo 8
S9	Semana / Microciclo 9
S10	Semana / Microciclo 10
S11	Semana / Microciclo 11
SA	Sinoauricular
SD1	Variabilidade de curta duração
SD2	Variabilidade de longa duração
SN	Sistema Nervoso
SNS	Sistema Nervoso simpático
T30	Teste capacidade aeróbia
TL	Tolerância Láctica
TT	Treino da Técnica
UAC	Unidade Arbitrárias Carga
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
Vcr	Velocidade. Critica
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VLf	Muito baixas frequências
VO2max	Consumo máximo de oxigénio
VT1	Primeiro Limiar Ventilatório
WHO-5	Índice Bem Estar

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo insere-se no âmbito da dissertação para obtenção do grau de mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens promovido pela Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, da Universidade de Coimbra e visa o estudo da Avaliação do potencial da resposta da Variabilidade da Frequência Cardíaca, POMS SF42 e WHO-5 na monitorização do treino em jovens nadadores ao longo de um ciclo de treino.

Num artigo de revisão, Nakamura, et al., (2010) referem que o êxito do processo de treino depende do rigor da monitorização do impacto da carga interna.

A prática de natação pura desportiva, à semelhança de outras modalidades de resistência, poderá incluir um elevado stress cardiovascular e respiratório. Stress esse que pode ser avaliado com recurso ao cardiofrequencímetro.

A monitorização do estado do sistema nervoso autónomo (SNA) através da medição da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um método promissor na monitorização da adaptação individual ao treino, mas o entendimento da sua relação com a carga de treino, fadiga e recuperação requer mais investigação (Buchheit, 2012; Plews, 2012). Este estudo pretende analisar as alterações fisiológicas e psicológicas ocorridas durante um ciclo de treino. Desejamos, controlar a resposta aos diferentes marcadores autonómicos de perceção de bem-estar e de estados de humor na resposta a carga de treino representada pela intensidade e volume, através da utilização de dois instrumentos psicológicos – POMS e WHO-5, da variabilidade da frequência cardíaca enquanto parâmetro fisiológico.

Pretendemos verificar se estes instrumentos poderão constituir uma estratégia eficaz no controlo dos efeitos da carga de treino ao processo de adaptação. De seguida apresentaremos numa primeira parte uma breve revisão da literatura sobre o treino da natação pura e a sua monitorização, dando relevo à variabilidade da frequência cardíaca, perfil de estados humor e índice de bem-estar, que sustente e dê enquadramento teórico ao estudo que pretendemos realizar.

2. Revisão Literatura

Para a sustentar a pertinência deste estudo optamos por realizar a priori uma revisão da literatura focada na caracterização do ambiente de treino onde o estudo será aplicado e nos instrumentos de monitorização da carga de treino que iremos usar neste estudo.

2.1 Caracterização da Natação

O caminho histórico das ciências aplicadas à Natação Pura Desportiva (NPD), parece ser longo e com origens na Medicina aplicada a esta atividade (Clary, 1996). Contudo, a Natação como é hoje entendida e desenvolvida, não tem mais de um século (Lewillie, 1983). Isto significa que a Natação menos orientada para fatores utilitários ou de sobrevivência é, nos nossos dias, mais direcionada para questões lúdicas e desportivas. A NPD é uma modalidade na qual os atletas competem com objetivo de superar a força de resistência ao deslocamento do corpo, promovido pelo meio aquático, e rentabilizar a produção da força propulsiva, conseguindo assim percorrer determinadas distâncias no menor tempo possível (Silva, Marques, & Costa, 2009).

2.2 Caracterização do Nadador

Quando olhamos para um grupo de nadadores, a única certeza que podemos ter é a de que todos eles são diferentes uns dos outros. Todos carregam um padrão genético distinto, uma personalidade, uma motivação, níveis psicológicos diferentes. Ao observar os nadadores, concluímos que existem os que conseguem ter melhores resultados nas distâncias curtas enquanto outros revelam mais aptidões para distâncias médias e longas. Muitas vezes se coloca as questões, porque é que uns são melhores a crol, outros em costas, ou mariposa e bruços? Como é que alguns conseguem nadar todos os estilos e outros não? Quais serão então as explicações para esta constatação?

2.2.1 – Características do Nadador

Em primeiro lugar, a explicação centra-se na herança genética do nadador, o que explica a necessidade de encarar cada nadador como um caso com vertentes

biológicas, psicológicas e sociológicas. Em segundo encontramos as diferentes capacidades de aprendizagem, associadas à preferência e tendência individual para uma determinada técnica de nado.

Ao nível das capacidades psicológicas podemos verificar que, os níveis de ansiedade, confiança, concentração e motivação são determinantes no rendimento desportivo (Silva, 2009). Deste modo, no desenvolvimento de um atleta não podemos dissociar a sua preparação psicológica, sendo importante a definição de objetivos e orientação, permitindo a sua participação ativa no treino e na competição com controlo das emoções (Raposo, 2017). Consequentemente, o traçar do perfil psicológico do atleta representa um instrumento de grande relevância. Para (Silva, 2009) referem que para a definição do perfil psicológico deve-se ter em conta várias dimensões, a alteração do nível de confiança/ansiedade, eficiência intencional e a orientação cognitiva, considerando assim as seguintes variáveis psicológicas:

1. Autoconfiança – relacionado com o grau de certeza no sucesso aquando realização de tarefas e cumprimento de metas;
2. Negativismo – estado emocional subjetivo negativo relacionado com o nervosismo, preocupação e apreensão que pode ser classificado como cognitivo ou somático;
3. Atenção (concentração) – processo de direcionar conscientemente a informação, focando estímulos exteriores pertinentes;
4. Visualização – processo de rever mentalmente situações;
5. Imagética – capacidade de representação antecipada, quase-percetiva e cinestésica de um comportamento para atingir um fim, aumentando a probabilidade de ocorrência do mesmo;
6. Motivação – disposições, variáveis sociais e/ou cognitivas que intervêm quando um indivíduo realiza uma tarefa sujeita a avaliação, está perante contexto competitivo ou tenta atingir um patamar de excelência;
7. Positivismo – habilidade de estabelecer emoções positivas, relacionada com altos níveis de motivação;
8. Atitude competitiva – comportamento intrinsecamente relacionado com a vontade e os meios utilizados para alcançar metas pessoais;

9. Orientação cognitiva para a tarefa – associado à análise autorreferenciada do rendimento e procura pelo sucesso numa tarefa;
10. Orientação cognitiva para o ego – relacionado com a procura do êxito em comparação com os outros.

Um dos efeitos da herança genética na orientação desportiva, reflete-se na observação das suas características aproximadamente, no final dos primeiros seis anos de treino. Por esta altura a sua especialização pode ser orientada numa direção de velocista ou fundista, em seguida e perante a confirmação das informações recolhidas, planificamos e definem-se as componentes e os conteúdos da carga de treino de forma a não cometer o erro de descaracterizar o nadador (Raposo, 2006).

2.3 Estruturas básicas da periodização do treino

As estruturas básicas da periodização do treino, têm vindo ao longo dos vários anos, a procurar dar uma resposta mais adequada a uma boa organização do processo de treino na subdivisão da época em ciclos de treino com duração variável. Assim sendo, a estabilização do rendimento dos atletas, exige tempo para ser alcançadas.

É fundamental que o conceito de periodização venha suportar a organização de estruturas intermédias com objetivo de conduzir aos objetivos propostos, pois trata-se de antecipar para dominar o imprevisto (Bompa, 1983).

Os fundadores das estruturas básicas da periodização do treino (Bompa, 1983; Castelo et al., 1996; Maglischo, 2003; Matveiev, 1981; Verkhoshansky, 2007), que com alguma variabilidade terminológica convergiram na classificação das estruturas temporárias da periodização do treino em função da duração do ciclo, chegaram ao consenso de dividir em três níveis estruturais, macrociclo, mesociclo e microciclo.

2.3.1 – Macrociclo

Um Macrociclo de treino divide a época desportiva em várias fases, nas quais é possível observar alterações do volume, e da intensidade, e do tipo de trabalho que é realizado ao longo da época desportiva. Navarro (2010), defende que um macrociclo

assume a designação de Unidade Cíclica de treino, o que irá responder de um modo muito mais eficaz à organização do mesmo, de acordo com os modelos alternativos de periodização e segundo o princípio das cargas concentradas, como são exemplo o Macroциclo Integrado de Fernando Navarro e o modelo ATR de Issurin, que dividem as diferentes fases da época em: Período Preparatório Geral (PPG), Período Preparatório Específico (PPE) e Período Competitivo (PC) (Maglischo, 1993, 2003).

O PPG tem normalmente uma duração que varia entre as seis e as dez semanas. Neste período dá-se especial atenção á melhoria da capacidade aeróbia, da força geral, da técnica e da resistência.

Neste ciclo o trabalho é efetuado a baixas velocidades e com grandes volumes, de forma a melhorar a resistência geral.

No PPE, o trabalho efetuado tem como principal objetivo o desenvolvimento da resistência específica, e a conclusão da capacidade aeróbia do PPG. Este período tem a duração de oito a doze semanas e, onde se verifica um incremento gradual das intensidades de treino e os exercícios desenvolvidos são de uma elevada semelhança á atividade principal, ou seja, passa a haver uma “especialização” da forma geral.

O PC, corresponde ao terceiro e último período, em que os objetivos passam pelo desenvolvimento contínuo das capacidades motoras e psicológicas determinantes do sucesso em competição, pelo aperfeiçoamento da condução da prova e ganho de experiência competitiva. A duração deste período varia entre quatro a oito semanas, e as alterações relativamente ao período anterior são caracterizadas pelo aumento do treino anaeróbio e pela redução do volume de treino em cerca de 25% quando comparado com o período anterior (Maglischo, 2003; Sweetenham & Atkinson, 2003).

2.3.2 – Mesociclo

É designado por mesociclo o conjunto de várias semanas (microciclos) com uma predominância nos seus objetivos e que, no seu todo, tem como finalidade desenvolver uma determinada qualidade ou objetivo parcial do processo de treino. Platonov (1988) considera os mesociclos como formações estruturais do processo de

treino cuja duração é de três a seis semanas, compostos normalmente por quatro a seis microciclos, onde a sua estruturação tem por base os mesociclos subjacentes à adaptação a médio prazo às cargas de treino (Maglisco, 2003; Manso, 1996; Sweetenham, 2003).

Os tipos de mesociclos mais comuns são:

- A. Introdutórios ou graduais – Iniciais de qualquer estrutura do treino, garantido as adaptações básicas para suportar as cargas de treino seguintes.
- B. Básicos – São períodos cujo conteúdo de treino é dirigido no sentido dos principais sistemas orgânicos e funcionais, a preparação técnica e o treino mental. Os de base são caracterizados por terem um elevado volume e intensidade de treino, e pelo aumento da frequência de sessões “fortes”, o que implica a subdivisão dos mesociclos de base em:
 - I. Mesociclos de Desenvolvimento: caracterizados pela aquisição das bases funcionais técnicas específicas da modalidade;
 - II. Mesociclos de Estabilização: caracterizados por uma interrupção temporária de progressão da carga, que irá permanecer ao nível atingido no mesociclo que o precede, facilitando a adaptação e auxiliando igualmente a fixação das reestruturações adaptativas. Estes alternam, teoricamente, com os de desenvolvimento e continuam a ser determinantes na preparação dos atuais atletas e de todos os níveis competitivos.
- C. Pré-Competitivo – Situa-se na fase de preparação, em posição imediatamente anterior à competição principal, e as suas particularidades entendem-se como um desencadeamento necessário a adaptação específica da competição quer seja numa perspetiva do desenvolvimento das capacidades condicionais quer nas capacidades técnicas. Este período deve permitir uma regeneração de todas as estruturas fisiológicas do atleta, permitindo assim uma super compensação.

D. Competição – Este período é caracterizado por ser o principal tipo de mesociclo durante o período competitivo. O seu conteúdo é determinado pela importância da competição e pode conter dois tipos de microciclos (introdução e competição), com a sua duração a não exceder os 3 microciclos.

2.3.3 – Microciclo

Ao conjunto de unidades de treino que repitam uma parcela relativamente completa do processo de treino é designado por microciclo. O mesmo é um dos elementos fundamentais de todo o processo de treino, sofrendo, o resultado da organização das leis da carga e adaptação assegurando a recuperação heterocronia dos mecanismos de adaptação.

Ao procurar os melhores resultados desportivos nas competições principais, através da alternância entre a carga e a recuperação tendo sempre em vista a natureza dos estímulos, e da organização dos microciclos. É pretendido que se determine a quantidade ótima de estímulos e o tempo para que estes sejam eficazes em tempo útil, e de modo a repetir o processo de forma a obter o efeito de super compensação desejado.

Os autores que vulgarmente são referidos na literatura como “classificadores” dos microciclos segundo as diferentes tipologias de escolas da metodologia do treino são apresentados no quadro 2.

Quadro 1 – Classificação dos microciclos segundo um conjunto de autores representativos de diferentes escolas da metodologia de treino, retirado de Raposo (2017).

Modelo	Modelos Convencionais				Modelos Alternativos	
Autores	Matvéiev 1986	Raposo 2000	Zhelyazkov 2001	Platonov 2010	Navarro 2012	Issurin 2012
Designação	Preparatórios	Gradual	Incorporação	Introdução	Ajuste	Adaptação
	Introdutórios	Choque	Choque	Choque	Carga	Carga
	Competitivos	Pré-Competitivo	Introdução	Recuperação	Impacto	Impacto
	Recuperação	Recuperação	Recuperação	Ligação	Ativação	Pré-Competição
		Competitivo	Competitivos	Competição	Competitivo	Competitivo
					Recuperação	Recuperação

Torna-se determinante, para se proceder à elaboração do plano de treino, conhecer os conteúdos que os diferenciam.

- a) **Introdutórios ou Ajuste** – caracterizam-se por possuírem níveis de carga baixos, onde o principal objetivo é prepararem o organismo para o treino mais intenso e são utilizados quando existe necessidade de alterar a orientação do treino (mudança de mesociclo ou após uma paragem). Por norma têm a duração: 4 a 7 dias e contêm sessões de manutenção do que de desenvolvimento.
- b) **Carga** – caracterizados pela utilização de cargas médias de treino, com o objetivo de melhorar o rendimento, onde se realizam mais sessões de desenvolvimento do que manutenção.
- c) **Impacto ou choque** – caracterizados por provocarem no organismo uma acentuada estimulação que conduz às adaptações funcionais neuromusculares específicas para a competição. O objetivo é elevar as concentrações das sessões de treino de desenvolvimento onde, pela forma como a carga de treino é organizada e sequenciada ao longo do microciclo, se regista o aparecimento de uma acumulação máxima de fadiga pela inexistência de sessões que possibilitem uma recuperação completa.
- d) **Aproximação ou ativação** – caracterizam-se pela utilização de cargas de treino semelhantes às da competição. Neste tipo de estrutura predomina o trabalho específico sobre o geral. Estes apresentam ainda um volume baixo e intensidade alta para assegurar a recuperação após microciclos de carga ou impacto.
- e) **Competição** – caracterizam-se por incluir as competições mais importantes e devem permitir a regeneração por completo do atleta.

2.4 Caracterização fisiológica do esforço NPD

Na procura do alto rendimento desportivo é necessário ter uma abordagem multivariada, associando assim vários contributos de outras “disciplinas”, como da biomecânica, da fisiologia, da cineantropometria, medicina, nutrição ou da psicologia, onde a preparação desportiva só ganha significado quando associada ao seu objeto, ou seja, o atleta tem na sua capacidade condições para responder às altas exigências físicas, técnicas e psico-emocionais impostas pela competição (Bompa, 1983).

Torna-se obrigatório, no nosso entender, fazer-se uma breve revisão da caracterização fisiológica do esforço em NPD, visto que a investigação na área do alto

rendimento tem permitido um aumento da compreensão do funcionamento do corpo humano, de forma a clarificar o entendimento sobre as adaptações criadas pelo treino.

Como qualquer modalidade reconhecida pela comunidade científica, torna-se fundamental classificar a natação como uma modalidade cíclica de resistência, o que nos obriga a compreender a estrutura energética que emerge entre as diferentes provas oficiais (Gomes Pereira, 1992; Gullstrand, 1992; Reilly 1990).

Como a natação é praticada no meio aquático, os atletas têm de estar constantemente adaptar-se a uma nova posição de equilíbrio, mecanismo respiratórios e recursos motores.

A partir do século XX as linhas de investigação desenvolvidas têm vindo a apresentar alguns aspetos comuns a considerar:

- i) a eficiência do movimento humano depende de fatores biomecânicos, fisiológicos, psicológicos e bioquímicos;
- ii) caracterização dos 3 processos bioenergéticos: aeróbio, anaeróbio láctico e anaeróbio alático.

Visto que cada fator é fundamental para o desempenho do atleta na competição, pois cada um tem um peso e contributo diferente, (Gomes Pereira, 1992; Reilly, 1990).

No quadro 4 apresentamos uma síntese do contributo da solicitação metabólica paras as diferentes distâncias de competição em NPD numa adaptação do proposto por Gastin (2001).

Quadro 2 – Participação relativa dos diferentes sistemas energéticos (adaptado de Gastin, 2001).

Distância (m)	Solicitação metabólica		
	% Aeróbia	% Anaeróbia láctica	% Anaeróbia aláctica
50	10-20	10-30	20-50
100	30-20	20-40	30-60
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

Em síntese torna-se determinante, para se proceder à criação de um processo de treino, saber distinguir os diferentes pontos do sistema bioenergético.

2.5 Caracterização da carga de treino em NPD

A carga de treino funciona como elemento regulador dos modelos de periodização, onde a distância percorrida ou a duração do treino fornecem indicadores sobre a quantidade ou tempo que o organismo está exposto à influência do fator perturbador que constitui o exercício, no entanto só por si mesma não consegue refletir totalmente o stress fisiológico induzido pelas tarefas realizadas em diferentes níveis de intensidade (Verckoshansky, 2007; Alves, 2005).

Segundo Navarro, F. & Feal, A. (2001), a carga de treino é o elemento central do sistema de treino, onde a determinação das adaptações produzidas pelos exercícios de treino está intimamente associada as questões bioenergéticas. Questões essas que são definidas pelo autor através de quatro vertentes fundamentais:

- i) Magnitude: caracterizada pela quantidade de estímulos utilizados no treino, através do volume, duração e intensidade do treino;
- ii) Natureza: refere-se às cargas, de treino e de competição, específicas e não específicas e em função do modelo de periodização;
- iii) Orientação: caracteriza-se pela necessidade do aumento das diferentes expressões motoras, ou seja, focar a orientação das tarefas de acordo com as necessidades de preparação do atleta. Esta pode ser direcionada em duas direções:
 - a. Carga seletiva – quando a orientação da carga tem como objetivo mobilizar um sistema energético, ou ser predominante sobre um sistema funcional;
 - b. Carga complexa – quando a orientação da carga tem como objetivo mobilizar paralelamente dois sistemas energéticos, ou influenciar mais do que dois sistemas funcionais.

- iv) Organização: caracterizada pela influência que o treinador tem sobre a orientação da carga e a forma como a coordena os valores, progressão, organização, definição das tarefas, do treino ao longo do processo desportivo.

Naturalmente importa considerar que o controlo da intensidade da carga de treino pode ser feito através de diversas formas, que expressam o impacto das cargas de treino no organismo (carga internas):

- i) Frequência cardíaca;
- ii) Lactatemia;
- iii) Percentagem do VO₂max;
- iv) Índice de stress.

2.6 Zonas de Intensidade de treino em NPD

A definição destas zonas veio clarificar a metodologia de distribuição das cargas de treino, conseguindo assim progressos muito interessantes em todas as modalidades desportivas (Raposo, 2002). Segundo Rama & Teixeira (2004), as zonas de intensidade de treino, podem ser caracterizadas por vários fatores como a velocidade de nado (externo), a lactatemia (interno), a frequência cardíaca (interno) e o processo de energia requerida pelo esforço (interno).

Atualmente podem ser identificadas sete zonas de treino para natação pura desportiva, com fundamentos baseados no comportamento metabólico aeróbio. O modelo apresentado foi proposto por Borges (2008):

Aeróbio Ligeiro – caracterizada pela realização dos aquecimentos / recuperação ativa cuja frequência cardíaca varia entre 120 – 140 batimentos por minuto (bpm), enquanto a lactatemia não supera os 2 mmol.L⁻¹. Esta intensidade pode ser mantida por mais de uma hora.

Aeróbio Médio – refere-se ao treino realizado com objetivo de desenvolver a resistência geral em regime aeróbio, onde o tempo de exercício pode durar entre os 30 a 60 minutos e poder-se-á recorrer a distâncias variadas, cuja frequência cardíaca

varia entre os 130 – 150 bpm e a uma lactatemia não superior a 2 a 3,5 mmol.L⁻¹. Esta segunda velocidade é designada por velocidade máxima estável do lactato (VMESL). A lactatemia depois de um aumento nos primeiros cinco minutos de exercício tende a estabilizar em torno de 2 mmol.L⁻¹.

Limiar anaeróbio – refere-se ao treino realizado com o objetivo de desenvolver a resistência de base em regime aeróbio elevando assim o limiar anaeróbio do atleta. Relaciona-se com a intensidade entre a VMESL e a velocidade crítica (V_{cr}). Por norma percorre diferentes distâncias, com intensidades variando entre os 80 a 85% da melhor marca do atleta, cuja frequência cardíaca varia entre 150 a 165 bpm com uma lactatemia entre os 3,5 a 4,5 mmol.L⁻¹, e onde o tempo de manutenção situa-se entre 20 minutos a 60 minutos.

Potencia aeróbia – refere-se ao treino realizado com o objetivo de desenvolver a resistência mista aeróbia/anaeróbia, com predomínio da fonte aeróbia. Identificada com a obtenção do Vo₂max, desenvolve-se nas diferentes distâncias e deve-se relacionar com o tempo dos 400 metros, onde a intensidade varia entre os 88 a 96% da melhor marca do atleta. Esta zona de intensidade têm uma duração inferior a 15 minutos cuja frequência cardíaca varia entre 165 a 180 bpm, com uma lactatemia entre os 5,5 e os 9,0 mmol.L⁻¹.

Máxima produção lactato - refere-se ao treino realizado com o objetivo de desenvolver a resistência mista aeróbia/anaeróbia, com predomínio da fonte anaeróbia. A escolha das distâncias está relacionada aos objetivos do treino e a capacidade do atleta suportar os esforços exigidos neste tipo de tarefas. A intensidade varia dentre os 96 a 100% da melhor marca pessoal do atleta para distancia percorrida e a lactatemia deve ser superior a 9 mmol.L⁻¹.

Tolerância láctica – refere-se ao treino realizado com o objetivo de desenvolver a resistência mista aeróbia/anaeróbia, com predomínio da fonte anaeróbia. Centra-se na capacidade do atleta realizar 90% do seu recorde pessoal em distâncias próximas das da competição, cuja frequência cardíaca pode mesmo alcançar valores superiores a 200 bpm, e com uma lactatemia entre os 12 a 20 mmol.L⁻¹.

Anaeróbia Álactica – corresponde a chamada velocidade “pura”, ou seja, a superação em nado, de distâncias curtas (5 a 25 metros), tendo como objetivo desenvolver a máxima velocidade através da mobilização do sistema anaeróbio alático. Dado que o trabalho é realizado à máxima velocidade e a duração do esforço é muito baixa não é relevante a frequência cardíaca nem a lactatemia.

Ritmo de Prova – tem, tendencialmente, dois tipos de enquadramento possíveis, ou o situamos no limiar anaeróbio quando realizados trabalho para nadadores de fundo, ou então na potência ou tolerância láctica para nadadores de meio fundo e velocidade.

Treino da Técnica – pode ser realizado em diferentes velocidade e visa o aperfeiçoamento técnico do atleta.

Este progresso na sistematização das intensidades de treino foi responsável pelo novo vocabulário desportivo, que em NPD apesar de algumas diferenças terminológicas, vários autores convergem na definição de zonas de intensidade determinadas pela exigência metabólica associada (Maglischo, 2003; Sweetenham & Atkinson, 2003; Valdevieso, 2001). O Quadro 5 demonstra as características genéricas das diferentes zonas de intensidade de treino em NPD.

Quadro 3 – Classificação das zonas de intensidade (adaptado de Navarro, 1991; Borges, 2008).

ZONA	DENOMINAÇÃO	METABOLISMO	FREQUÊNCIA CARDÍACA	LACTATO	% RP	OUTRAS
AER1	Aeróbio ligeiro	Aeróbio	120 bpm	Até 2.0	< 70%	Aquecimento e recuperação
AER2	Aeróbio médio	Aeróbio	120-140 bpm	2.0 a 3.0	70 a 80%	Maior parte do treino
AER3	Limiar anaeróbio	Aeróbio	150-165 bpm	3.5 a 4.5	80 a 85%	Séries principais de treino aeróbio
AER4	Potência aeróbia	Aeróbio / Anaeróbio	Máxima	6.0 a 9.0	85 a 90%	Relacionar c/tempo de 400 metros
MPL	Máxima Produção de Lactato	Anaeróbio láctico	Máxima	> 8.0	> 90%	Mais de 90% que o recorde pessoal
TL	Tolerância láctica	Anaeróbio láctico	Máxima	12 a 20.0	> 90%	Mais de 90% que o RP e manter o tempo
AA	Anaeróbia aláctica	Anaeróbio alático	Não é significativa		100%	Velocidade máxima
RTM	Ritmo Prova	Diversos	Diversa			Parcelar ao rtm do tempo objectivo
TT	Treino da Técnica	Aeróbio	120-140 bpm			

Considerando as zonas de intensidade referidas foi necessário utilizar índices de dificuldade atribuídos as zonas de treino, que foram estabelecidos através dos valores de referência da acumulação de lactato no sangue e a sua associação às exigências metabólicas crescentes nas tarefas de treino.

2.6.1 – Estratégia de Quantificação da carga de treino em NDP

Dos diferentes tipos de índices de dificuldade atribuídos as zonas de treino emergem duas estratégias principais:

- a) Através da percentagem da intensidade máxima previsível para cada tarefa (Stewart & Hopkins, 2000);
- b) Através de um parâmetro interno da carga com significado bioenergético (Bannister, 1991; Mujika et al., 1995).

O quadro 5 demonstra as zonas de intensidade.

São propostos fatores de ponderação da intensidade (índices de stress) 1, 2, 3, 4, 6, 8, e 10 atribuídos ao volume realizado em cada zona de intensidade (I, II, III; IV, V, VI e VII). Segundo os mesmos autores, a magnitude da carga será expressa em unidades de carga adimensionais ou em unidades de carga arbitrárias (UAC), quantificadas pela razão obtida entre o somatório dos volumes cumpridos em cada uma das zonas de stress fisiológico ponderadas pelo respetivo índice e o volume total efetivamente realizado:

$$\underline{U.A.C = \sum(\text{volume parcial} \times \text{índice de stress}) / \text{volume total}}$$

Assim a carga do microciclo pode ser quantificada através de dois indicadores:

- i) Volume – total de metros nadados;
- ii) Intensidade – determinado pelo somatório de UAC, resultantes de cada unidade de treino.

Quadro 4 – Zona de Intensidade, objetivo, percentagem da velocidade máxima obtida através de um teste de 15 metros, lactatemia provável e índices de ponderação (adaptado de Mujika, Chatard et al. 1995; Valdevieso, 2001; Maglisco, 2003; Rama & Teixeira, 2004).

Zona de Intensidade	Objetivo	% Velocidade máxima de nado em 15 metros	Lactatemia (mmol.L ⁻¹)	Índice de stress
I	Aquecimento / Recuperação	até 60 %	-	1
II	Capacidade Aeróbia	até 70 %	2 - 3	2
III	Limiar Anaeróbio	= 80 %	3 - 4	3
IV	Potência Aeróbia	= 85 %	6 - 9	4
V	Tolerância Láctica	= 90 %	> 8	6
VI	Máxima Produção de Lactato	= 95 %	> 8	8
VII	Velocidade	máxima	-	10

2.7 Monitorização e controlo da adaptação à carga de treino

Treinar é um processo que obedece a uma lógica de adequação do estímulo às necessidades individuais de cada atleta. Para que o planeamento seja adequado e direcionado à realidade deste, e da equipa, é necessário conhecer o estado do(s) atleta(s) e fazer da avaliação e controlo do treino um aliado ao serviço das tomadas de decisão efetuadas pelo treinador. De facto, um treinador melhor informado e conhecedor das necessidades de cada atleta potencialmente conseguirá acompanhar com maior eficácia a evolução deste e, se necessário, reajustar de forma mais imediata a rota estabelecida para o processo de treino (Clemente & Silva, 2021).

Nas últimas décadas tem havido um crescimento exponencial no desenvolvimento de ferramentas e sistemas de análise para apoiar a monitorização do treino (Foster, 2017).

Um dos princípios básicos da monitorização e controlo da adaptação à carga de treino é que o controlo das cargas é dividido em carga interna e carga externa que, por seu turno, são avaliadas através de uma combinação de medidas subjetivas e objetivas (Halson, 2014).

A carga interna refere-se às respostas fisiológicas e psicológicas individuais ao treino, e a outros fatores de stress da vida diária.

A carga externa por norma é definida como o trabalho (treino) objetivamente mensurável em que o atleta realiza no seu treino.

As medidas subjetivas envolvem a autoavaliação dos sentimentos, esforço ou opiniões do atleta, enquanto que as medidas objetivas são independentes do individuo e geralmente envolvem a medição por um dispositivo, seja feita através de um sensor, ou outra forma de equipamento, e são interpretados contra os resultados anteriores para um determinado escalão ou atleta individual. O quadro 6 apresenta em suma as dinâmicas da carga interna e externa.

Segundo (Maglisho, 2003) as distâncias de treino têm apresentar um volume médio semanal entre os 50 e 70 km, no entanto alguns atletas de elite continuam a realizar períodos de treino em que esse volume ultrapassa os 100 km.

Quadro 5 – Instrumentos utilizados na monitorização da carga interna e externa em jovens nadadores (Pyne, 2021).

Carga	Interna	Externa
Subjetivo	Escalas de perceção de esforço (RPE)	
	Questionários de bem-estar e qualidade do sono auto relatados	Autoavaliação da qualidade do treino e o seu desempenho
	Perceções de fadiga, recuperação, stress (DALDA)	
	Perfil de Estados Humor (POMS)	
	Índice Bem Estar (WHO-5)	
	Recordatório sintomas de doença e/ou lesão	
Objetivo	Frequência Cardíaca (bpm)	Número de sessões de treino
	Lactatemia (mM)	Total de metros cumpridos (m)
	Testes ao Sangue (Médico)	Total de metros cumpridos nas diferentes zonas de intensidade (m)
	Composição Corporal	Total de metros cumpridos nas diferentes técnicas de nado (m)
	Testes de Fisioterapia (Fisioterapeuta)	Treino em Seco (min)
		Treino de ginásio (kg) ou número de repetições

2.7.1 – Protocolos na monitorização e adaptação a carga de treino

Um dos aspetos fundamentais da avaliação e controlo do treino, centra-se na capacidade de selecionar os testes mais relevantes, que permitam interpretar os efeitos da carga de treino sobre a capacidade ou estado do atleta.

Como o treino é um processo aberto, é necessário que o treinador não se limite apenas à avaliação dos resultados competitivos, devendo igualmente considerar o desempenho em competição com o último objetivo da preparação desportiva. Visto que a competição não se traduz muitas vezes como sinónimo de melhoria dos aspetos do treino e nem sempre acontece que as transformações, sobretudo de ordem fisiologia produzida pelo efeito do treino, se manifestem em competição.

Em treino desportivo sabe-se que é extremamente importante controlar os diferentes ciclos de preparação a adaptação que os atletas manifestam em desempenhos aeróbios e anaeróbios, uma vez que daí poderá torna-se advir a necessidade de corrigir os programas de treino (Maglisho, 2003; Mujika et al., 1996).

De todas as variáveis conhecidas e descritas no quadro 6, as que são mais utilizadas para a monitorização do treino são: o consumo de oxigénio, a frequência cardíaca, teste T30 e a determinação do perfil de acumulação de lactato em resposta ao incremento da intensidade.

O perfil de acumulação de lactato tem sido uma das estratégias mais difundidas no controlo da adaptação à carga de treino (Maglisho, 2003; Mujika et al., 1996; Olbrecht, 2000; Pyne, 2000; Raposo, 2002).

No controlo de treino para crianças e jovens por norma são utilizados testes indiretos, visto que o custo por atleta para a realização de um teste de perfil de acumulação de lactato é bastante dispendioso, Olbrecht e colaboradores desenvolveram um teste T- 3000 ou T30 em 1985, através do instituído no Desporto e Medicina de Colónia (Alemanha).

Segundo Olbrecht (2000), foram encontradas correlações entre a velocidade média atingida através do teste T – 3000 ou T30, e as concentrações de lactatemia produzidas a 4 mmol/L durante um teste típico de perfil de acumulação de lactato.

Os resultados deste teste estão diretamente relacionados com a melhoria, ou não, da capacidade aeróbia.

A pertinência da utilização da curva de lactato em resposta ao incremento da intensidade tem sido uma das estratégias mais difundidas no controlo da adaptação á carga de treino (Bentley, Newell & Wakayoshi, Yoshida, Ikuta, Mutoh & Miyashita, 1993; Wasserman, Whipp, Koyal & Beaver, 1973). O método mais simples para determinar o limiar de Lactato (LL), é por intersecção através da localização da velocidade na qual a taxa de incremento da curva lactatemia-velocidade dilata, alternando-se de um traçado curvilíneo para um traçado linear. Este método, designado de “v-slope” (Beaver et al., 1985), consiste na intersecção de duas rectas, uma (horizontal) correspondente ao declive das primeiras recolhas, e uma segunda (vertical) relativa aos valores de lactatemia superiores ao ponto de inflexão. A intersecção de ambas as rectas vai-nos indicar qual o valor de lactato correspondente ao limiar de lactato (LL), bem com a velocidade de nado em que este é atingido, Maglischo (2003).

Existe uma relação velocidade - lactato que pode ser expressa no facto de que quanto maior for a velocidade, maior será a necessidade de energia e, logo maior será a participação do processo glicolítico, pois, a uma determinada velocidade corresponde um determinado valor de lactatemia:

- LAT constant: 1.5 mmol/L (AER1) aeróbio ligeiro;
- Lactate: 3.0 mmol/L (AER2) aeróbio médio;
- Lactate: 4.0 mmol/L (AER3) limiar anaeróbio;
- Lactate: 6.0 mmol/L (AER4) potência aeróbia

Destes dados obtidos com a curva (velocidade - lactato), é possível retirar dois tipos de interpretação, importante para o treino:

- i) a definição das zonas de intensidade ótimas de treino, já referidas acima;
- ii) o controlo da evolução, ao longo do processo de treino.

Não abundam na literatura muitos trabalhos que utilizem estes valores a LAT constant: 1.5 mmol/L; Lactate: 3.0 mmol/L; Lactate: 4.0 mmol/L; Lactate: 6.0 mmol/L, como marcadores submáximos de alteração com significado metabólico na curva de acumulação de lactato em resposta ao esforço incremental em estudos com nadadores. Com o objetivo de caracterizar a zona de transição metabólica, a maior

parte dos estudos de referência utilizavam, frequentemente, o valor fixo de lactato de 4 mmol.L⁻¹ ou calculam o limiar láctico assumindo a intensidade de trabalho na qual o valor do lactato se eleva acima do valor de repouso ou, ainda estabelecem uma elevação de 1 mmol.L⁻¹ acima do valor de repouso (Yoshida, Chida, Ichioka & Suda, 1987).

2.8 Frequência cardíaca como marcador não invasivo da resposta á carga de treino

O mecanismo do nosso estudo inclui marcadores não invasivos como a frequência cardíaca (FC), e é aqui que teremos de atuar, porque é económico e de fácil acesso. A grande evolução que têm existido a nível mundial no desenvolvimento do aspeto físico do ser humano fez com que houvesse uma aceleração tecnológica nos aparelhos de medição de FC, que por sua vez tem sido bastante útil no auxílio da monitorização do treino.

Segundo Maglischo (2003), o valor da FC pode ser utilizado para monitorizar a resposta do atleta à carga de treino, avaliar as alterações na condição física e na prescrição das intensidades de treino.

A FC permite obter uma informação sobre os parâmetros cardiovasculares. Uma das suas vantagens é o seu fácil acesso, através de uma simples contagem dos batimentos cardíacos pela palpação da artéria radial ou carótida, visto que esse batimento pode ser dividido em várias fases – ciclo cardíaco. Todo o ciclo cardíaco consiste num período de relaxamento, diástole, durante o qual as aurículas se enchem de sangue proveniente das veias, seguido por um período de contração chamado de sístole, onde o sangue é ejetado dos ventrículos para as artérias.

A FC expressa em ciclos por minuto por norma depende do nódulo sinusal, no entanto existem outros mecanismos capazes de manter a atividade automática, tais como as células pacemaker (marca-passo), que se encontram em todas as regiões cardíacas, isto é, aurículas, ventrículos e nódulo auriculoventricular (AV), onde é possível identificar três tipos (Foss, 1998; Moreno, 1991):

- I. Pacemaker auricular ectópico, onde apresenta uma frequência de 75 ciclos por minuto (próxima da sinusal: 60 a 100 batimentos por minuto);
- II. Pacemaker nodal que condições normais o nódulo AV recebe o estímulo elétrico e transmite-o aos ventrículos através do sistema de condução especializado constituído pelo feixe e ramificações de His e fibras de Purkinje. Quando não existe o estímulo, o nódulo AV pode funcionar como pacemaker com uma FC aproximadamente de 60 ciclos por minuto;
- III. Pacemaker ventricular que tem por norma uma FC de 30 a 40 batimentos por minuto quando o estímulo normal (sinusal) se encontra ausente.

2.8.1 – Regulação da atividade cardíaca

De acordo com Guyton & Hall (1997), o coração funciona conforme as necessidades do ser humano. Quando se encontra em repouso, o bombeamento de sangue situa-se entre os 4 e os 6 litros por minuto. Quando se depara numa situação de exercício físico intenso, pode bombear entre 4 e 7 vezes mais esse volume. É sabido que durante o exercício físico intenso a necessidade de consumo de oxigénio aumenta, o que por sua vez leva o coração a ter que bombear mais sangue, logo tem de aumentar a sua frequência de batimentos e a sua contractilidade – Lei de Frank Starling (Guyton, 1993). Os batimentos do coração estão dependentes de dois mecanismos: uma atividade elétrica derivada do nódulo sinusal (regulação intrínseca) sem interferências nervosas, e uma conexão entre o coração e os sistemas nervosos simpático e parassimpático (regulação extrínseca).

2.8.2 – Nodulo Sinusal (SA)

É uma região especial do coração, que controla a frequência cardíaca. Localiza-se perto da junção entre a aurícula direita e a veia cava superior. A frequência rítmica dessas fibras musculares é de aproximadamente 72 contracções por minuto, enquanto que o músculo auricular se contrai cerca de 60 vezes por minuto e o músculo ventricular cerca de 20 vezes por minuto. Devido ao facto do nódulo sinoauricular (SA) possuir uma frequência rítmica mais rápida em relação às outras partes do coração,

os impulsos originados do nódulo SA espalham-se para as aurículas e para os ventrículos (Sistema de Purkinje), estimulando estas áreas rapidamente, de modo a que o ritmo do nódulo SA se torna no ritmo de todo o coração – marcapasso cardíaco (Foss, 1998; Moreno, 1991; Seeley, 2007).

2.8.3 – Potenciais de ação no músculo cardíaco

O músculo cardíaco normal apresenta um potencial de repouso da membrana na ordem de -85 a -95 mV e de cerca de -90 a -100 mV nas fibras condutoras especializadas (Guyton, 1997). Como podemos ver na figura 3, o potencial de acção registado no músculo ventricular tem cerca de 115 mV, ou seja, passa de um valor negativo (sensivelmente -90 mV) para um valor positivo (sensivelmente 25 mV). Após a ponta (spike) inicial, a membrana permanece despolarizada cerca de 2 décimos de segundo, no músculo auricular e cerca de 3 décimos de segundo no músculo ventricular – figura 2. No final desse plateau segue-se a repolarização. A presença desse plateau no potencial de acção faz com que a contracção muscular dure entre 3 e 15 vezes mais no músculo cardíaco quando comparado com o músculo esquelético (Guyton, 1997). As razões para a existência deste plateau, que, conseqüentemente, aumenta o tempo do potencial de acção, o que não acontece no músculo esquelético são essencialmente duas.

A primeira diferença refere-se ao facto de que no músculo esquelético o potencial de acção ser produzido quase totalmente pela rápida abertura dos canais rápidos de sódio, permitindo assim que grandes quantidades de iões de sódio entrem na fibra muscular esquelética. Esses canais são designados como rápidos porque permanecem abertos durante poucos décimos de milésimos de segundo. Quando esses canais se fecham há lugar para a repolarização e o potencial de acção acaba em cerca de um décimo de milésimo de segundo. No músculo cardíaco, para além da abertura desses mesmo canais rápidos de sódio, há ainda a abertura de outro tipo de canais: cálcio-sódio. Estes diferem dos primeiros por terem uma abertura mais lenta e mais prolongada. Assim, vai haver mais tempo para a entrada de iões de cálcio e sódio para o interior das fibras musculares cardíacas, o que leva a um longo período de despolarização. A segunda diferença funcional entre os músculos cardíacos e

esqueléticos é que, imediatamente após o potencial de acção, a membrana celular do músculo cardíaco diminui a sua permeabilidade ao potássio em cerca de 5 vezes, o que não acontece no músculo esquelético (Guyton, 1997).

Devido à reduzida saída de potássio (K^+) da membrana celular, há um retardamento no que diz respeito ao regresso aos valores de repouso. Quando os canais lentos de cálcio-sódio se fecham, após 2 a 3 décimos de segundo, aumenta a permeabilidade da membrana ao K^+ . Essa perda de potássio faz com que o potencial de membrana retorne ao seu valor de repouso, finalizando, deste modo, o potencial de acção.

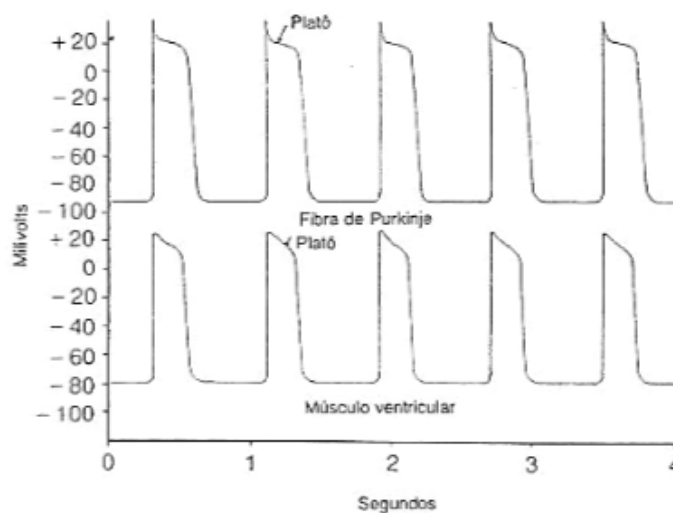


Figura 1 – Potenciais de ação ritmicos de uma fibra de Purkinje e de uma fibra muscular ventricular. Retirado de: Tratado da fisiologia Humana, Editora Guanabara Koogan, 5 ed, Rio de Janeiro, 1993.

2.8.4 – Regulação Intrínseca e Extrínseca

Para manter a homeostase, a quantidade de sangue que é bombeado pelo coração é submetido a variações drásticas. Exemplo disso é que durante o exercício físico o débito cardíaco pode aumentar muitas vezes acima dos valores de repouso, sendo controlado por mecanismos reguladores intrínsecos ou extrínsecos.

A regulação intrínseca resulta de características funcionais normais do coração e não depende da regulação neural ou hormonal. Funciona, quer o coração esteja colocado no corpo ou fora dele, desde que sob condições adequadas. Por outro lado, a regulação extrínseca envolve o controlo nervoso e hormonal. A regulação do

coração resulta dos reflexos parassimpáticos e simpáticos e a principal regulação hormonal advém da epinefrina e da norepinefrina, segregadas pela medula suprarrenal.

2.8.5 – Regulação Intrínseca

O coração é composto em grande parte por células musculares cardíacas contrácteis que funcionam a semelhança do músculo-esquelético. Ao contrário do músculo-esquelético, o músculo cardíaco não é diretamente estimulado pelo sistema nervoso (SN), mas sim por ter a capacidade de auto gerar potencias de ação (PA) dentro das células cardíacas, que posteriormente se alastram pelo coração – células auto rítmicas (atividade de pacemaker), fazendo com que o tecido muscular se contraía (Sherwood,2008). As células auto rítmicas estão situadas nos nódulos e feixes, em zonas específicas do coração: nódulo sinoauricular (SA), nódulo auriculoventricular (AV), feixes de His e fibras Purkinje. Cada uma destas quatro zonas diferencia-se das outras através da frequência em que geram o potencial de ação. O nódulo SA é o principal centro de estímulos cardíacos uma vez que consegue gerar potencias de ação a uma frequência superior (70-80/min.) a todos os outros centros, conseguindo assim tomar controlo do ritmo cardíaco global (Nódulo SA – pacemaker cardíaco). Quando a célula é submetida a um estímulo elétrico (potencial de ação) existe uma alternância na polaridade transmembranar. Assim sendo, o sistema de condução dos impulsos nervosos processa-se da seguinte forma: O nódulo SA inicia um impulso elétrico que percorre as aurículas direita e esquerda, levando à sua contração. Quando o impulso elétrico alcança o nódulo AV, é retardado ligeiramente. O impulso, em seguida, viaja para o feixe de His que se divide no ramo direito para o ventrículo direito e no ramo esquerdo para ventrículo esquerdo. Daqui o impulso estende-se pelos ventrículos, fazendo com que se contraíam.(Guyton, 1997).

A condução dos potenciais de ação através do miocárdio durante o ciclo cardíaco consegue produzir correntes elétricas que podem ser registadas à superfície do corpo. Os registos dos potenciais de ação referidos anteriormente correspondem ao eletrocardiograma. Este registo é efetuado através da colocação de elétrodos no corpo que detetam os potenciais de ação do musculo cardíaco e transferem essa informação para um equipamento onde é detetado e registado a informação. A informação é representada por intermédio de ondas P e T e pelo complexo QRS

(Fig.2). A onda P corresponde à despolarização das aurículas e ao início da contração auricular. O complexo QRS é composto por três ondas individuais coincidentes com a despolarização dos ventrículos desencadeando a contração ventricular. O mesmo apresenta características específicas: a onda Q representa a primeira deflexão negativa a seguir à onda P refletindo ativação do septo ventricular; a onda R corresponde à primeira deflexão positiva e representa a despolarização da maioria do ventrículo; a onda S apresenta novamente uma deflexão negativa e corresponde à despolarização da última parte do ventrículo. Por último, a onda T representa a repolarização dos ventrículos e precede o relaxamento ventricular (Guyton, 1997).

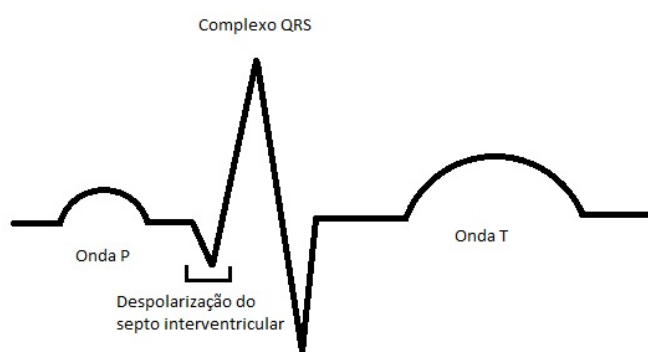


Figura 2 Eletrocardiograma com respectivas ondas P, T e complexo QRS. Retirado de: <http://www.digimed.ufc.br/wiki/index.php/Arquivo:QRS.jpg>

2.8.6 – Regulação Extrínseca

O sistema nervoso autônomo é o principal regulador ao nível da frequência cardíaca e está dividido em três sistemas: simpático, parassimpático e entérico. O sistema nervoso autônomo produz uma variação, batimento a batimento, e no ritmo cardíaco cuja valorização, como parâmetro fisiológico, tem sido reconhecida na última década (Guyton, 1997).

A influencia da estimulação parassimpática sobre o coração é muito menos que a simpática. A estimulação simpática pode aumentar o débito cardíaco de 50% a 100% acima dos valores em repouso, ao passo que a estimulação parassimpática pode diminuí-lo apenas de 10% a 20%. A regulação extrínseca do coração funciona para manter a percepção arterial, os níveis de oxigênio e de dióxido de carbono e o pH

do sangue dentro dos valores normais. Por exemplo, se a pressão sanguínea diminuir subitamente, os mecanismos extrínsecos detetam-na e desencadeiam respostas que aumentam o débito cardíaco para restabelecer os valores normais da pressão arterial.

A estimulação dos nervos parassimpáticos vai causar os seguintes efeitos sobre o coração: a diminuição da frequência cardíaca; diminuição da força de contração do músculo auricular; redução na velocidade de condução dos impulsos através do nódulo AV; aumento do período de retardo entre a contração auricular e ventricular, e uma diminuição do fluxo sanguíneo. Todos estes efeitos podem ser resumidos ao dizer-se que a estimulação parassimpática diminui todas as atividades do coração. Por norma a função cardíaca é reduzida pelo sistema parassimpático durante o período de repouso, juntamente com o resto do corpo. Já a estimulação dos nervos simpáticos apresenta os efeitos opostos sobre o coração: aumento da frequência cardíaca, aumento da força de contração, aumento do fluxo sanguíneo através dos vasos coronários. Estes efeitos em suma podem dizer-se que a estimulação simpática aumenta a atividade cardíaca como uma “bomba”, em que é capaz de aumentar a capacidade que o coração tem de bombear o sangue até cem por cento. Este sistema é necessário quando um indivíduo está presente a situações de stress, exercício físico, doença, calor excessivo ou outras condições que exigem um rápido fluxo sanguíneo. Por consequência, os efeitos simpáticos sobre o coração constituem o mecanismo de auxílio utilizado numa emergência, tornando mais forte o batimento cardíaco quando necessário. O coração bate independente de qualquer quer que seja o sistema nervoso ou influencia hormonal, e que esse ritmo espontâneo do coração (automaticidade intrínseca) pode ser alterado via impulsos nervoso ou substâncias na circulação, como por exemplo, adrenalina (Berntson et al., 1997).

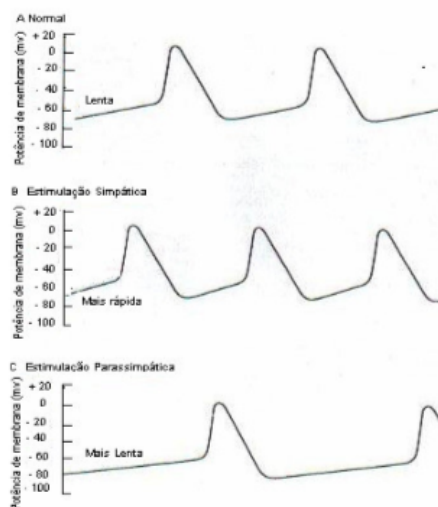


Figura 3 – Efeitos da estimulação simpática e parassimpática sobre os potenciais de ação do nódulo sinusal. A: Normal; B: estimulação simpática aumentada a velocidade da despolarização e aumenta a frequência aos potenciais de ação e C: estimulação parassimpática diminui a velocidade da despolarização e diminui a frequência dos potenciais de ação. Retirado de: Costanzo, 1999. Fisiologia Editora Guanabara S.A

2.8.7 – Mecanismo de ritmicidade do nódulo sinusal

No nódulo SA o mecanismo de funcionamento é similar diferenciando-se do músculo cardíaco no facto de os canais nas fibras do nodo sinusal apresentarem, em repouso, uma negatividade muito menor (-55 a -60 mV) quando comparado com a fibra muscular ventricular (-85 a -95 mV). Nesse valor da negatividade a maioria dos canais rápidos de sódio já estão inactivos. Esta causa é devido ao potencial de membrana se encontrar num estado de negativismo inferior a - 60 mV. Consequentemente, só os canais lentos de cálcio-sódio se podem abrir e assim produzir o potencial de acção. Assim, o potencial de acção no músculo cardíaco apresentam um desenvolvimento e recuperação mais lentas que as verificadas no músculo ventricular.

2.9 Variabilidade da Frequência cardíaca

A Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) constitui a representação das modificações no intervalo do batimento cardíaco, estando assim associada à frequência cardíaca (Tarvainen, M. P. & Niskanen, J. P., 2005). Na natação desportiva, a frequência cardíaca é uma estratégia generalizada na monitorização da resposta ao impacto das tarefas realizadas durante o treino e para a prescrição da orientação das mesmas na preparação de atletas (Maglisho, 2003).

A VFC descreve a variação do intervalo de tempo entre batimentos cardíacos consecutivos – intervalo RR (Niskanen, Tarvainen, Ranta-Aho, & Karjalainen, 2004). Este valor, pode apresentar uma variação substancial. A quantificação da variação do intervalo de tempo entre batimentos define a variabilidade da frequência cardíaca (Achten & Jeunekendrup, 2003). A VFC reflete a modulação autonómica, por meio dos ramos simpáticos e parassimpáticos que agem sobre o coração, influenciando de forma direta as oscilações nessa variável e pode ser expressa através de um conjunto de parâmetros temporais ou de frequência.

O sistema nervoso parassimpático (SNP) inerva o nódulo sinoatrial, o nódulo atrioventricular e o miocárdio atrial através do nervo vago. A ativação parassimpática leva à libertação de acetilcolina (ACh), que abranda o ritmo cardíaco e prolonga o intervalo R-R. A ativação do sistema nervoso simpático (SNS) inicia a libertação sináptica de catecolaminas que aumentam a contratilidade cardíaca e a frequência cardíaca. A ação das catecolaminas é lenta em comparação com a do ACh e resulta num atraso entre o início da estimulação simpática e as mudanças na frequência cardíaca de aproximadamente 5s. Apesar do início mais lento, a estimulação simpática tem uma duração mais longa, afetando a frequência cardíaca durante 5-10s após a cessação de um estímulo simpático (Besson, 2020).

Alguns autores demonstraram que o treino físico modifica o balanço simpaticovagal com predomínio parassimpático sobre o simpático a acompanhar as adaptações aeróbias e concomitante melhoria da resposta cardiovascular ao exercício intenso (revisto em Aubert et al, 2003).

É comumente aceite, que a elevação da VFC são um sinal de boa adaptação, caracterizando um indivíduo saudável com mecanismos de regulação autonómica eficientes. Pelo contrário, níveis baixos de VFC é frequentemente um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, podendo denotar, em atletas, resposta aguda simpática após sessão de treino de carga elevada, que se poderá manter por 24 a 48 h (Aubert et al, 2001).

Embora a recolha da FC (batimento a batimento) inicialmente só fosse possível com eletrocardiogramas dispendiosos e em contexto de uso de laboratório, surge recentemente a disponibilidade de gravadores válidos e portáteis, como as bandas de frequência cardíaca, (Wallén, Hasson, Theorell, Canlon, & Osika, 2012; Weippert et al., 2010) ou sistemas especificamente desenhados para a recolha e análise do mesmo (Cassirame, Stuckey, Sheppard, & Tordi, 2013; Parrado et al., 2010) ou, ainda, aplicações para smartphones (A. A. Flatt & Esco, 2013) que vieram aumentar substancialmente o uso da VFC em contexto de terreno. É importante salientar que a apesar da sua implementação no terreno ter vindo a aumentar ainda não é aceite como um padrão de ouro, muito provavelmente devido à falta de consistência na literatura.

Medidas de frequência cardíaca de repouso, durante o exercício e na recuperação estão a receber mais atenção por parte da comunidade científica para monitorizar o potencial das respostas ao desempenho da fadiga, o que têm implicações diretas sobre o ajustamento, ou não, da carga de treino. No entanto essas medidas ainda não foram amplamente implementadas para verificar as respostas dos atletas à carga de treino, provavelmente por causa dos resultados aparentemente contraditórios descritos na literatura (Martin Buchheit, 2014b).

Segundo o autor é de afirmar que a maioria dos artigos publicados e o que é escrito está amplamente relacionado com um défice por parte das metodologias / ou má interpretação dos dados, e não às limitações das medidas de frequência cardíaca para informar com precisão o nível em que o atleta se encontra para treinar. Referem ainda existirem grandes evidencias sobre o modo de recolha de dados, este deve ser de pelo menos 5 minutos (diariamente) em repouso, e que estes devem levar a uma

interpretação a nível individual face ao contexto de treino (fase do treino, volume e distribuição da intensidade).

No estudo de (Plews, Laursen, Kilding, & Buchheit, 2014), em que afirmam na sua experiência pessoal e com alguns trabalhos em colaboração com atletas de elite na vertente de terreno e de laboratório, é de constatar que a maioria das descobertas contraditórias publicadas até ao momento podem estar relacionadas diretamente com a inconsistência das metodologias usadas e descritas, na sua interpretação parcial dos dados e nas suas limitações das medidas da FC sobre o estado do atleta face ao treino.

Um estudo de (Jensen, 1997), concluiu que existe uma tendência para a diminuição da VFC com o aumento da idade, e também que as mulheres têm uma VFC menor que a do homens.

No contexto de controlo da medição da VFC durante o exercício, ainda é um dado limitado sobre a sua capacidade de seguir as mudanças induzidas ao nível do treino, tanto na fadiga, como na condição física dos indivíduos (Billman & Hoskins, 1989).

Até a data, existem inúmeras limitações para verificar a sua prática no contexto, porque as variações da VFC durante o exercício são dependentes da intensidade e não estão exclusivamente relacionadas com o sistema nervoso autónomo. Embora se situem abaixo do primeiro limiar ventilatório (VT1), atividade vagal provavelmente contribui para uma melhor porção da VFC, e as suas flutuações respiratórias determinam a VFC em maiores intensidades, especialmente quando ocorrem pontos de compensação respiratória (Billman & Hoskins, 1989).

Portanto, é necessário garantir que o sistema nervoso autónomo é registrado por meio da VFC, a intensidade do exercício deve ser rigidamente individualizada (ou seja, \leq VT1 individual) (Martin Buchheit, Papelier, Laursen, & Ahmaidi, 2007). O que cientificamente à data é aceite, é que durante o exercício as gravações batimento a batimento são por norma ruidosas (perdem-se devido aos movimentos da banda de FC). O que não constitui um problema, pois o cálculo da média de batimentos acima de 30 – 60 s (FCrepouso), vai requer um tratamento extensivo de dados o que muitas das vezes é impeditivo para o cálculo adequado dos valores da VFC, o que vai tornar

a sua medição para o contexto da monitorização do treino, uma ferramenta pouco válida cientificamente.

Na VFC pós-exercício é notório o que tem acontecido durante ultima década sobre este tema, pois tem sido uma crença que iria trazer melhores informações sobre as adaptações do treino aos dados fornecidos pela VFC ou HRR em repouso (Yamamoto, Miyachi, Saitoh, Yoshioka, & Onodera, 2001).

Quando olhamos para as determinantes da VFC pós exercício são inúmeras as possibilidades que vão desde, a regulação da pressão arterial, atividade dos baroreceptores e, em especial a estimulação mecanoreceptores após o exercício, que leva à uma retirada do sistema simpático e a uma reativação do parassimpático (Martin Buchheit et al., 2007; Stanley, Peake, & Buchheit, 2013). Quanto maior a intensidade do exercício, maior vai ser a acidose sanguínea e uma estimulação do metaborreflexo, e mais lento irá ser o HRR e mais baixo os rácios do tónus vagal para com a VFC.

Para avaliar as “verdadeiras” influencias do ritmo da FC independente da estimulação do metaboreflex, o uso do exercício submáximo (\leq VT1) foi sugerido por (Martin Buchheit et al., 2007).

Se a intensidade do exercício não for demasiado baixa, a VFC pós-exercício irá estar amplamente relacionada com a intensidade do exercício físico e torna-se redundante a utilização da FC exercício.

A dissociação entre as mudanças do pós-exercício na FC e no volume sistólico também é importante, sugerindo que a HRR não reflete corretamente ao curso temporal da recuperação do débito cardíaco (M Buchheit, Voss, Nybo, Mohr, & Racinais, 2011; Takahashi & Miyamoto, 1998), ao momento encontramos uma vasta gama de metodologias disponíveis para medir HRR, desde do número de batimentos recuperados num determinado tempo (ex: 60 s, HRR60 s), na modelagem do sinal via modelos lineares ou mono exponenciais (Martin Buchheit et al., 2007).

Apesar das comparações diretas da sensibilidade face ao treino, nas variáveis de HRR serem escassas, a modelagem monoexponencial pode recolher uma melhor a resposta em geral da FC.

Na prática, as correlações entre mudanças em variáveis simples de HRR (HRR60s), e ambas as mudanças no desempenho de resistências e fadiga foram relatadas (Daanen, Lamberts, Kallen, Jin, & Van Meeteren, 2012).

Em termos de resposta aguda, as variações do dia-a-dia na carga de treino envolvem grandes variações cardíacas na atividade do sistema nervoso autónomo: Cv= 10-20% para Ln RMSSD (M Buchheit et al., 2011). Por norma, o exercício intenso diminui a resposta dos valores da VFC relacionando com o tónus vagal por 24-48 h, o que pode coincidir com uma restauração da hemóstase e níveis percebidos da recuperação geral (Stanley et al., 2013). Deve ter-se em conta que outros fatores influenciam a recuperação da atividade autonómica cardíaca, como a hidroterapia, qualidade do sono, que também devem ser considerados ao interpretar as mudanças diárias na VFC (Stanley et al., 2013).

As respostas ao treino estão geralmente com os estímulos, por exemplo: carga relativa/interna durante os diferentes períodos de treino. (Borresen & Lambert, 2009).

2.9.1 – Métodos de Avaliação da VFC

Existe uma infinidade de métodos para avaliar a VFC (Task, 1996). Os métodos mais comuns e usados no domínio do tempo, são análises espectrais, como método não linear. Estas incluem estatística simples tal como o desvio padrão da frequência cardíaca ou do intervalo do RR.

Cada marcador recolhe uma característica diferente do sistema nervoso autónomo, uns mais propensos a refletir a atividade simpática cardíaca enquanto que outros, a atividade parassimpática cardíaca (Task, 1996).

Para análise da função vagal, os métodos desenvolvidos para testes clínicos envolvem normalmente a medição da VFC sobre intervalos de curta duração (<90 segundos).

Na prática, quando se quer selecionar os marcadores de VFC mais adequados para controlar os atletas em campo, o marcador do domínio do tempo deve ser rMSSD

(raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre os intervalos R-R normais adjacentes) ou SD1 (desvio padrão da variabilidade do intervalo R-R batimento a batimento instantâneo medido nos gráficos de Poincaré, onde as parcelas são analisadas encaixando uma elipse nas series de dados, onde são registradas três medidas não lineares que são tipicamente derivadas, SD, SD1 e SD2), em que ambos refletem a modulação parassimpática. Porque estes marcadores podem ser registrados ao longo de um período de tempo muito limitado (ex: 10 s a 1 min) (Besson et al., 2020; Billman & Hoskins, 1989), e que são compatíveis com gravações de curta duração, que por regra são utilizadas pelos atletas em campo.

A potência do espectro é quantificada pela medida da área abaixo da banda de duas frequências: baixa frequência analisada entre 0.04 a 0.15Hz e alta frequência entre 0.15 a 0.40 Hz (Hautala, 2001).

Segundo Cambri et al., (2008) a VFC pode ser avaliada através de dois métodos:

- i) Pelo cálculo de índices baseados em operações estatísticas dos intervalos RR (domínio temporal);
- ii) Pela análise espectral de intervalos RR ordenados (domínio frequência).

2.9.2 – Análise no Domínio do Tempo

A análise no domínio do tempo é uma forma de avaliar as oscilações cardiovasculares, sendo que é obtida através da dispersão em torno da média da frequência cardíaca analisada num período prolongado.

Para (Cambri, Fronchetti, Oliveira, & Gevaerd, 2008) que cita a Task Force, onde considera que as medidas temporais como o método simples de analisar a VFC, através do qual são obtidos índices de um registo do eletrocardiograma, onde é determinada a dispersão da VFC dos intervalos entre os batimentos. Os índices que são considerados para mensuração da VFC neste domínio temporal podem derivar de cálculos aritméticos, estatísticos ou geométricos (histograma RR), ou seja, os estatísticos derivam diretamente dos intervalos RR, ou da FC instantânea, os

geométricos convertem uma série de intervalos RR num gráfico posterior para cálculo da distribuição e da densidade de sinais. Por se levar em consideração o fator tempo e não o fator frequência, como análise espectral, os índices derivados desse tipo de abordagem são conhecidos como índices no domínio do tempo.

No domínio do tempo são indicados os seguintes parâmetros a ter em conta: a média dos intervalos RR, o desvio padrão dos intervalos RR (STDNN), a média da frequência cardíaca (HR), o desvio padrão dos valores instantâneos da FC (STDHR), a raiz quadrada da média do somatório do quadrado das diferenças entre os intervalos RR adjacentes (RMSSD), o número sucessivo de intervalos RR que diferem mais de 50ms (NN50) e a sua respetiva percentagem (pNN50).

Para (Plews, Laursen, Stanley, Kilding, & Buchheit, 2013), o marcador a ter em conta no domínio do tempo deve ser o rMSSD na recolha em repouso, pois este é uma ferramenta promissora para controlar as mudanças na fadiga em geral, tanto no desempenho físico como na recuperação e em períodos curtos de recolha.

Para a sua representação gráfica é necessário recorrer do Poincaré Plot, que é um método não linear de análise da VFC baseado no registo de uma série de batimentos cardíacos e pelas medidas dos intervalos RR.

Exemplo disso é a figura 4, onde é demonstrado que no seu eixo longitudinal da elipse refere o desvio padrão (SD2), onde é expressa a tendência do conjunto de intervalos RR analisado a médio e a longo prazo, o eixo transverso da elipse refere o desvio padrão (SD1) e representa a variabilidade de curto prazo.

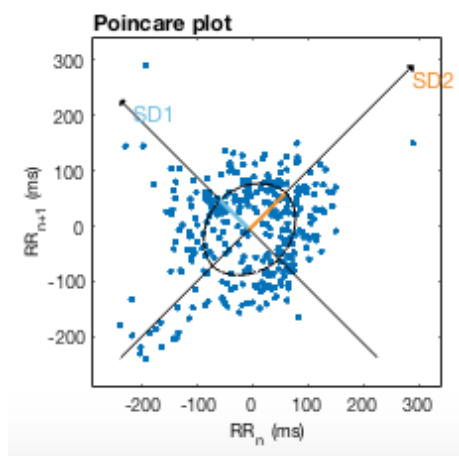


Figura 4 – Representação gráfica do intervalo RR de Poincaré retirado do Manual software (Kubios HRV Analysis).

Em suma, para os autores esta plotagem é uma forma de cálculo das alterações dinâmicas do coração e ainda é referido que existe evidências de que o índice SD1 quantifique a modulação vagal da FC.

2.9.3 – Análise no Domínio da Frequência

Nas medidas no domínio da frequência têm sido demonstrado que é a forma onde se verificou a existência da distribuição da densidade da potência. E que esse domínio da frequência está intimamente relacionado com análise da densidade espectral, que estuda a forma como a potência (variância) se distribui em função da frequência.

Segundo (Aubert, 2003), análise espectral permite decompor qualquer sinal dependente do tempo, ou seja, estacionário ou flutuante em componentes sinusoidais. Este tipo de componentes concedem um traçado da potência de cada um em função da sua frequência e permite realizar o cálculo de potência em regiões de frequência definida. Por outras palavras, a análise espectral decompõe a variabilidade total da frequência cardíaca nos seus componentes, e apresenta-os segundo a frequência com que altera a frequência cardíaca.

Para o cálculo da densidade espectral podem ser utilizados os métodos de transformação rápida de Fourier (FFT) (A E Aubert et al., 2003), ou o modelo – autorregressivo (Bartoli, Baselli, & Cerutti, 1985).

O método de FFT é o mais objetivo porque nenhuma informação é perdida, e onde as unidades das componentes espectrais são apresentadas em ms^2 e Hz. A vantagem da aplicação deste método está na eficiência do cálculo na sua simples implementação. Todavia existem algumas limitações, que estão relacionadas com o limite da resolução da frequência, que está diretamente relacionado com o tempo de gravação da FC (André E Aubert, Seps, & Beckers, 2003).

Os principais parâmetros a utilizar neste domínio são: a potência das baixas frequências (LF); a potência das altas frequências (HF); a muito baixas frequências (VLF) e a razão entre a potencia das baixas e altas frequências (LF/HF).

As medidas são derivadas utilizando a análise FFT para fornecer informações sobre as componentes de frequência da VFC ao longo de uma série temporal. Na análise de 2 a 5 minutos de recolha ECG, são reconhecidos três frequências características, LF, HF, e VLF (Besson et al., 2020).

Independentemente do cálculo da densidade espectral, este delimita-se por norma em três faixas de frequências distintas, chamadas de componentes espectrais. São elas alta frequência (0,15 a 0,40 Hz), modulada pelo sistema nervoso parassimpático e pela modulação da respiração, baixa frequência (0,04 a 0,15Hz) e muito baixa frequência (0,01 a 0,04Hz), moduladas por ambos os sistemas nervosos simpáticos e parassimpático (Shields, 2009).

No entanto, as medidas de VFC não podem informar sobre todos os aspetos de bem-estar, fadiga e desempenho desportivo, então para o seu uso devido, deve-se combinar com os registos diários do treino, questionários psicométricos e testes de avaliação não invasivos e económicos, como o T-30 proposto por (Olbrecht, 1985), que podem oferecer uma solução viável para controlar o estado do treino em que o atleta desempenha funções.

2.9.4 – A variabilidade da frequência cardíaca em nadadores

Uma grande percentagem dos trabalhos publicados com nadadores, que correlacione a VFC com a carga de treino, a performance, ou com questionários, concluiu que a variação do sistema nervoso autónomo face a carga de treino é altamente individualizada (Martin Buchheit, 2014a; Garet et al., 2004; Koenig & Thayer, 2016; Sandercock & Brodie, 2006). É de notar que na literatura existe uma escassez de trabalhos feitos com jovens atletas (<18 anos), visto que, o que é encontrado na literatura têm uma grande discrepância em termos de idades analisadas. Para (Achten & Jeukendrup, 2003) a idade e o género apresentam-se como características importantes que vêm determinar a VFC em indivíduos saudáveis.

A VFC tende a diminuir com o aumento da idade e a mulher tende a exibir uma VFC menor comparativamente ao homem (Jensen-Urstad et al., 1997). Alguns

estudos demonstram que se verificam associações entre o comportamento da VFC com indicadores de recuperação.

Kamandulis e colaboradores analisaram 25 nadadores de nível nacional e monitorizaram durante 11 semanas consecutivas a VFC dia a dia e verificaram que existe uma redução da VFC em resposta ao incremento das cargas de treino por dias consecutivos, embora essas alterações serem altamente individualizadas. Nas flutuações diárias da VFC matinal, as mesmas não foram consistentemente associadas ao volume de treino ou a quantidade de sono. (Kamandulis et al., 2020).

Flatt e colaboradores analisaram 17 nadadores da 1ª divisão da associação das faculdades americanas (NCAA) e monitorizaram a VFC durante 4 semanas, verificaram que existe uma associação na VFC e que ela pode estar relacionada com a qualidade do sono, fadiga, estados de humor (A. Flatt, Esco, & Nakamura, 2018).

Num estudo com 18 nadadores franceses de nível nacional e internacional, foi verificado que existe uma associação entre o comportamento da VFC com a carga de treino e com o resultado desportivo (Hellard et al., 2011).

2.10 Marcadores psicométricos com interesse para a monitorização do treino

A harmonia e o equilíbrio entre um corpo sã e uma mente sã é um valor ancestral cuja essência remonta a uma época datada de antes de Cristo e se perpétua nos nossos dias. Sem pretendermos, no entanto, desenvolver o sentido primário da citação, ficamos pela pertinência da sua adaptabilidade ao século XXI, onde cada vez mais paradoxalmente se fala por um lado, da falta de tempo, motivação, desgaste físico e mental e da constante atualização que o ser humano tem de fazer para conseguir acompanhar as novas tecnologias. Assim, a assunção da citação supra indicada para um perfeito equilíbrio do individuo, é por si só relevante para uma reflexão sobre os hábitos da prática desportiva e a sua relação com o bem-estar que de forma objetiva ou subjetiva o influenciam. No presente estudo considerou-se importante verificar alguns aspetos diferenciadores da psicologia na área do desporto.

Quando olhamos para o alto rendimento são vários os exemplos da utilização de metodologias e instrumentos vindos da área da Psicologia. Nesta área emergem duas linhas principais de pesquisa e intervenção: uma centrada na análise das variáveis dependentes da performance e a outra nas independentes que influenciam ou condicionam o desempenho (Rohlf, Carvalho, Rotta, 2004).

Assim, considera-se pertinente desenvolver um estudo que relacione o bem-estar subjetivo a outras variáveis que o possam prever ou promover. No presente estudo, optou-se pelo estudo do bem-estar subjetivo aliado ao perfil dos estados de humor associando-o à prática desportiva, tendo como marcador a VFC.

Quanto à associação entre a prática desportiva e o bem-estar os estudos existentes não são consistentes, mas de modo geral, referem que existe um benefício para o bem-estar. No entanto, os estudos que relacionam estas duas variáveis na população adolescente são ainda muito escassos. Daí a pertinência da abordagem desta temática que visar sustentar ou enriquecer estudos já existentes e contribuindo para uma maior compreensão da mesma.

2.10.1 – O perfil de estado de humor

Um dos instrumentos derivados da área da psicologia que mais tem tido utilidade para estudos na área do desporto é o questionário POMS – Perfil dos estados de Humor, (Profile of Mood States). Em 1980, William Morgan, psicólogo desportivo passou a utilizar este questionário para avaliar os estados de humor em atletas.

Rowley em 1995 conclui que os atletas com maior sucesso desportivo tendem a possuir um perfil dos estados de humor diferente dos atletas com menos sucesso desportivo. Segundo os autores (Tennen, Hall, & Affleck, 1995), verificou-se existirem variações nos perfis de estado de humor relacionados com a especificidade dos diferentes jogos desportivos.

Assim o autor e colaboradores citam que nos jogos desportivos (combate e corta-mato) foram verificados valores elevados para os estados de humor raiva e tensão, estando diretamente relacionados positivamente com uma ótima performance desportiva. Emergem ainda grandes diferenças entre as respostas dos indivíduos ao

humor, o que permite que os atletas possam obter boas performances desportivas apesar da presença de um perfil negativo. O mesmo foi demonstrado num estudo de 1993 em que 54% dos desempenhos malsucedidos estavam associados com o perfil iceberg. Resultados como este vêm aumentar o ceticismo sobre a utilidade do perfil iceberg, onde parecem existir evidencias suficientes que os atletas de elite podem ser distinguidos dos demais quando são considerados os perfis de personalidade. No entanto, conceito de perfil iceberg serve para mostrar a importante associação entre os fatores psicológicos e o sucesso desportivo. Os atletas de elite no POMS tendem a apresentar estados de humor abaixo da população dita normal, onde emergem nitidamente na dimensão Vigor-Atividade com valores bem superiores aos da população dita normal, como demonstrado na figura 5.

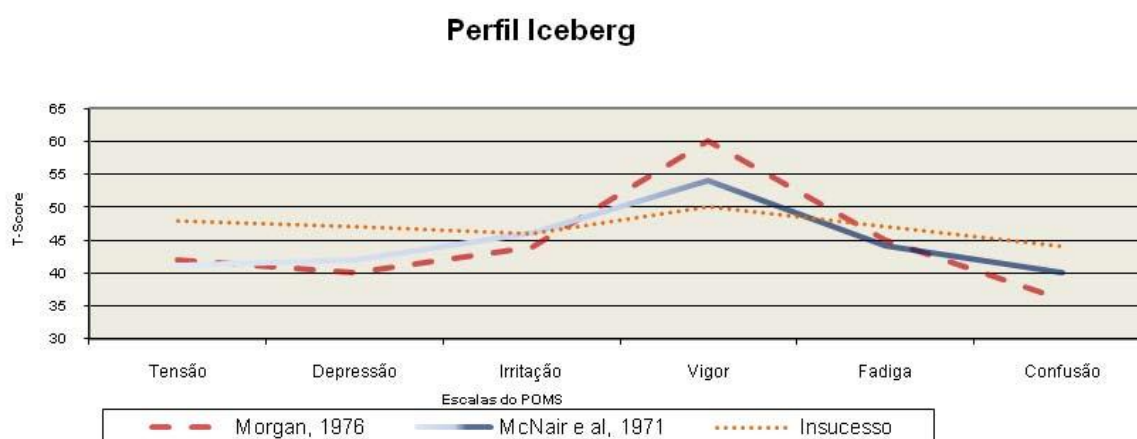


Figura 5 – Perfil dos Estados de Humor para Atletas de elite (retirado de Morgan, 1976; McNair, D.M., Lorr, M., & Droppleman, L.F., 1971).

Este teste foi inicialmente desenvolvido por McNair para observar os diferentes momentos e flutuações de humor em pacientes psiquiátricos (Rohlf, Carvalho, Rotta, & Krebs, 2004). O POMS tem sido usado para avaliar a variação emocional e bem-estar psicológico durante o processo de treino, nos momentos pré e pós competitivos, confrontando a variação dos estados de humor obtidos com a performance alcançada (Terry & Lane, 2000).

O POMS pretende avaliar como é que os indivíduos percecionam os seus estados de humor e a sua forma original publicada por McNair e colaboradores em 1971 é composta por 65 itens que resultaram de estudos repetidos de análise fatorial tendo como ponto de partida um total de 100 dimensões comportamentais.

Deste conjunto de trabalhos surgem 6 (seis) dimensões dos estados de humor: Tensão – Ansiedade (T) reflete a elevada tensão dos músculos esqueléticos; Depressão-Melancolia (D) reflete uma sensação de incapacidade pessoal e futilidade; Hostilidade-Ira (A) reflete um estado de humor de irritação e hostilidade face aos outros, assim como rebeldia e mau temperamento; Vigor-Atividade (V) caracterizado pelo vigor psicológico e elevada energia; Fadiga-Inércia (F) baixo nível de energia; Confusão-Desorientação (C) caracterizado pela confusão e falta de clareza mental (Faro Viana, Almeida, & Santos, 2012).

Para os autores (Terry & Lane, 2000) a tensão e a irritação nem sempre podem ter um influencia negativa no desempenho desportivo como é proposto frequentemente. Para eles a irritação e a tensão condicionam o desempenho desportivo num atleta com humor deprimido, mas mostrarão uma relação curvilínea com o seu desempenho na ausência de qualquer sintoma de depressão.

O POMS embora se apresente como uma boa ferramenta para as qualidades psicométricas, não se deve aplicar sistematicamente sobre todos os fenómenos pertinentes para os estados de sentimento relacionados com o exercício, quer sejam eles de ordem afetiva, de humor, ou emocional (Szabo, Meskó, Caputo, & Gill, 1998).

Segundo (Berger & Motl, 2000), o questionário POMS apresenta vantagens e desvantagens.

1. Vantagens:

- Útil na deteção de flutuações de humor associadas ao exercício físico;
- Está provado ser uma medida sensível para os efeitos de várias manipulações experimentais em assuntos normais e de outras populações não psiquiátricas;
- O grande corpo de dados normativos e a literatura de exercício disponível que também emprega o POMS facilita estudos comparativos.

2. Desvantagens:

- POMS foi inicialmente desenvolvido para estudos com populações clínicas;
- Difícil conceptualizar se a diminuição de um estado de humor negativo na verdade indica benefícios de humor;
- Administrações repetidas e completas do POMS também podem ser intrusivas.

Os autores (Terry & Lane, 2000) realizaram um estudo onde o foco foi a criação e o desenvolvimento de tabelas de valores normativos para a utilização do POMS. Nesta pesquisa foram inquiridos 2086 atletas de diferentes modalidades, dos quais 622 eram atletas de elite (atletas que participaram nos Jogos Olímpicos), 628 pertencentes a clubes, cuja prática desportiva decorria regularmente (pelo menos uma vez por semana) e com atividades competitivas, 836 praticantes de atividade física recreativa. Os questionários foram preenchidos em três momentos distintos: antes da competição, após a competição, e fora da competição. Nesta investigação foram encontrados efeitos provocados pelos diferentes estados de humor e nas diferentes prestações desportivas. Como a pesquisa obteve estatística descritiva para resultados em bruto do perfil de estados de humor numa amostra de atletas (N=2086), agrupados por nível desportivo. Essa estatística encontra-se expressa na seguinte tabela:

Quadro 6 – Perfil de estados humor, agrupados por nível de participação desportiva (Média e desvio padrão). (Adaptado de Terry & Lane, 2000).

	Internacional (n=622)		Clubes (n=628)		Recreação (n=836)	
	M	Dp	M	Dp	M	Dp
Tensão	5.66	4.97	9.62	7.19	6.00	5.84
Depressão	4.38	6.43	8.67	9.49	3.11	5.39
Irritação	6.24	7.02	9.91	8.05	3.60	5.34
Vigor	18.51	7.24	15.64	5.84	17.78	6.49
Fadiga	5.37	5.51	8.16	5.94	6.37	5.71
Confusão	4.00	3.79	7.38	4.96	4.84	3.94

As estatísticas descritivas para os resultados em bruto do perfil de estados de humor entre uma amostra de atletas (N=2086), agrupados tendo em consideração a situação que se encontram. Essa estatística encontra-se expressa no seguinte quadro:6

Quadro 7 – Perfil de estados humor, agrupados por nível em consideração a sua situação desportiva (Adaptado de Terry & Lane,2000).

	Internacional (n=622)		Clubes (n=628)		Recreação (n=836)	
	M	Dp	M	Dp	M	Dp
Tensão	8.75	7.13	3.33	3.39	7.85	6.03
Depressão	6.90	8.69	2.02	3.98	6.15	7.86
Irritação	8.29	7.92	2.63	4.62	6.82	7.05
Vigor	16.65	6.20	19.04	6.22	15.88	6.36
Fadiga	6.52	5.88	5.70	5.22	8.96	6.08
Confusão	6.22	4.78	3.35	3.17	6.77	4.61

Este estudo vem demonstrar que os atletas de nível competitivo inferior apresentam valores superiores nas sub-escalas negativas: tensão, depressão, irritação, fadiga e confusão e superiores no estado total de humor, face aos atletas de nível internacional e recreativo. E ainda nos resultados analisados nas diferentes situações, pré-competitiva, pós-competitiva, pós-competitiva e fora da competição, foi demonstrado que o perfil de estados de humor é mais positivo na situação pós-competitiva do que nas restantes. Verificaram ainda que para a mesma situação os valores superiores para o estado de humor vigor e inferiores para os estados de humor fadiga, depressão, irritação, confusão e tensão. E valores elevados de ansiedade e tensão podem causar distúrbios de humor durante uma competição e que tem uma tendência de dispersão no final da mesma.

2.10.2 – Utilização do POMS no controlo e monitorização do treino em NPD

Neste ponto iremos apresentar alguns estudos realizados na área que permitem completar a nossa revisão relativamente à aplicação dos estados de humor em contexto desportivo.

Num estudo realizado com vinte e nove nadadores universitários ao longo de uma época desportiva, em que se aplicou quinzenalmente o POMS para se verificar a relação entre o volume de treino e os estados de humor, verificou-se que a média das classificações da irritação e do vigor foram significativamente correlacionadas negativamente com o volume de treino ($r=0.58$ e $r=0.54$). E a fadiga foi fortemente

correlacionada com o volume de treino ($r=0.53$), mas a média das sub-escalas tensão, depressão, confusão não foram significativamente correlacionadas com o volume de treino (Pierce, 2002).

Noutro estudo (Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., & Howard, 1999) realizado com dez nadadores de elite, duas semanas antes do taper para os campeonatos nacionais e que procuraram identificar as variáveis que são uteis no acompanhamento da recuperação. Verificaram que as mudanças após um esforço máximo, nomeadamente na confusão, medida pelo POMS anteviram modificações no desempenho.

Finalmente, num estudo realizado com doze nadadores, onde foi utilizado o POMS, antes, durante e após dez dias de treinos intensos. A distância de treino percorrida foi aumentada de 4 para 9km por dia e a intensidade mantida a 94% do VO₂ máximo. Os resultados demonstraram um aumento significativo no estado de humor. Onde este tipo de monitorização parece fornecer contributos valiosos na prevenção dos efeitos indesejáveis do treino intenso, uma vez que reflete o nível de stress global vivenciado pelos nadadores (Morgan, Costill, Flynn, Raglin, & O'Connor, 1988).

2.10.3 – Índice de Bem-Estar

O índice de bem-estar da Organização Mundial da Saúde (WHO-5), de 5 itens é um dos questionários mais utilizados para avaliar o bem-estar psicológico subjetivo.

A sua primeira publicação foi em 1998, e é derivado do WHO-10, que por sua vez foi derivado de uma escala de classificação de 28 itens utilizada num estudo multicêntrico da organização mundial da saúde (OMS) em 8 países europeus (Bech, 1993). Os 10 itens que compõem o WHO-10 foram selecionados entre 28 itens com base numa análise não paramétrica da teoria da resposta ao item, que identificou os 10 itens mais válidos da escala original de 28 itens. Os 28 itens foram selecionados através das escalas de Zung para depressão, angústia e ansiedade e bem como do Psychological General Well-Being Scale (Bech, 1993; Warr, P., Banks, M., & Ullah, 1985). Sendo assim a escala de 28 itens e a de 10 itens incluem fatores redigidos negativamente para refletir sintomas de angústia (“Sentir-se deprimido e triste”) e itens redigidos positivamente, refletindo bem-estar (“Acordar sentindo-se revigorado e

descansado”). Como a OMS considera o bem-estar positivo outro termo para saúde mental, o WHO-5 contém apenas itens formulados positivamente (Bech, 1993). Os cinco itens do WHO-5 são:

- “Senti-me alegre e de bom disposto/a”;
- “Senti-me calmo/a e tranquilo/a”;
- “Senti-me ativo/a e energético/a”;
- “Acordei a sentir-me fresco/a e repousado/a”;
- “O meu dia-a-dia tem sido preenchido com coisas que me interessam”.

Estes itens seguem uma escala de likert pontuados de 5 (todo o tempo) a 0 (nunca), onde a pontuação bruta, varia teoricamente de 0 (ausência de bem-estar) a 25 (bem-estar máximo). Como as escalas medem a qualidade de vida relacionada à saúde, são por norma traduzidas em uma escala percentual de 0 (ausente) a 100 (máximo), recomenda-se multiplicar a pontuação bruta por 4 (Bech, 1993).

2.11.1 – Utilização do WHO-5 na monitorização do treino em NPD

Embora não exista na literatura uma extensa referência à utilização do (WHO-5) em NPD. É possível encontrar referencias na utilização desde questionário em situações desportivas.

Num trabalho conduzido por (Merglen, 2014), onde foram inquiriram 1245 adolescentes (16-20 anos) da população Suíça. Os participantes foram recrutados em diferentes ambientes desportivos, e solicitados a preencher um questionário onde era categorizado quatro grupos, face as horas de prática desportiva: baixo (0-3,5h); médio (recomendado 7h (3,6-10,5h)); alto (14h (10,6-17,5h)) e muito alto (>17,5h). E foi avaliado o bem-estar utilizando o WHO-5. Verificaram uma relação em U invertido, entre a duração da prática desportiva semanal e o bem-estar entre os adolescentes. As pontuações máximas de bem-estar foram em torno das 14h por semana de prática desportiva, o que corresponde ao dobro do recomendado. Praticar desportos com uma maior duração foi um fator de risco independente de um baixo bem-estar.

3. Apresentação e definição do problema

A prática de natação pura desportiva, à semelhança de outras modalidades de resistência, poderá incluir um elevado stress cardiovascular e respiratório, que podem ser avaliadas com recurso ao cardiofrequencímetro, sendo este um instrumento de rápida aplicação, não invasivo. A FC é um mecanismo simples, mas muito informativo sobre os parâmetros cardiovasculares. Uma das suas vantagens é o seu fácil acesso.

Através de uma simples contagem de batimentos cardíacos pela palpação da carótida é possível obter a FC, mas está pode ser influenciada por diversos fatores que levam a que se cometam erros na sua medição. Para evitar esses erros têm sido utilizado a VFC. Que vêm avaliar a modulação autónoma da FC através dos intervalos RR no batimento cardíaco.

Embora alguma literatura publicada aponte para vantagens na utilização da VFC aliado a questionários do estado de humor e de perceção de bem-estar, enquanto estratégias de monitorização das cargas de treino, não existe investigação suficiente realizada com jovens nadadores. Desta forma, com recurso da análise da VFC, pretendemos avaliar a modelação autonómica cardíaca e a suas respostas as diferentes cargas de treino, aliado as alterações no estado de humor e na perceção de bem-estar.

3.1 Objetivo Geral

1. Analisar a resposta de diferentes marcadores autonómicos de perceção de bem-estar e de estado de humor na resposta a carga de treino?
2. Objetivos específicos:
 - I. Avaliar a resposta do marcador da VFC à variação da carga de treino em jovens nadadores.
 - II. Avaliar a resposta da perceção dos estados de humor à variação da carga de treino em jovens nadadores.
 - III. Avaliar a resposta da perceção do índice de bem-estar à variação da carga de treino em jovens nadadores.
 - IV. Avaliar a associação entre a VFC, o estado de humor e o bem-estar.

4. Metodologia

A dissertação que apresentamos enquadra uma abordagem abrangente face a adaptação ao treino, e uma visão centrada em atletas que praticam modalidades de resistência, onde a monitorização constante é fundamental, para evitar a sobrecarga não funcional e o sobre-treino. Assim sendo, serão apresentados neste capítulo os procedimentos metodológicos e instrumentais utilizados neste estudo.

4.1 Desenho do Estudo

O desenvolvimento do estudo compreendeu três fases correspondendo a um estudo longitudinal de monitorização diária de marcadores fisiológicos e psicométricos ou percetivos pontuais durante 11 semanas em jovens nadadores de bom nível competitivo:

- Na primeira fase recolheram-se variáveis antropométricas para caracterização da amostra. Adicionalmente foi realizada a familiarização com questionários, e equipamentos utilizados durante o estudo experimental (por exemplo, cardiofrequencímetros).
- Na segunda fase procedeu-se à recolha das variáveis: questionários, VFC.
- A terceira fase compreendeu a análise da VFC e dos questionários com recurso a software informático.

4.2 Caracterização da Amostra

O presente estudo foi realizado com uma amostra de 13 nadadores, 9 masculinos e 4 femininos, do escalão Juvenil. A amostra apresenta valor técnico exigido para participar em competições oficiais de nível nacional. Apresenta 4 a 6 anos de experiência na modalidade. No momento do estudo cumpriam um programa de treinos regular com uma frequência de 7 a 8 sessões de treino semanal de piscina e de 5 unidades de treino complementar.

Referir que inicialmente a amostra era de treze (13) nadadores, mas que ao longo do processo não foi possível garantir a manutenção e fidelidade de todos pelo que consideramos unicamente uma amostra de onze (11) nadadores que foram os elementos que se mantiveram no estudo.

Tabela 1 – Valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo da idade cronológica da amostra inicial do estudo com N=11.

		N	Média ± Dp	Mínimo	Máximo
Idade	MAS	8	15,56 ± 0,50	16,11	14,91
	FEM	3	15,00 ± 0,29	15,19	14,67
	Total	11	15,41 ± 0,49	16,11	14,67

Assim, a amostra deste estudo foi constituída por onze (11) nadadores, oito (8) do sexo masculino e três (3) do sexo feminino, com idades compreendidas entre os quinze (15) e os dezasseis (16) anos de idade, correspondente a uma média de idades de 15,41 anos com um desvio padrão de 0,49 anos.

Tabela 2 – Valores de média, desvio padrão da amostra do estudo.

ID	Género	Estatura	Massa Corporal	IMC	MM	PTS FINA
1	M	170	58,0	20,07	200 Livres	507
2	M	179	71,0	22,16	200 Bruços	506
3	M	172	56,7	19,17	400 Estilos	459
4	M	166	50,4	18,29	400 Estilos	477
5	M	165	54,2	19,91	1500 Livres	487
6	M	166	64,5	23,41	1500 Livres	536
7	M	173	65,8	21,99	1500 Livres	442
8	M	184	62,2	18,37	800 Livres	496
Média		171,88	60,35	20,42		489
DP		6,75	6,76	1,89		30
1	F	158	42,5	17,02	100 Bruços	380
2	F	163	54,2	20,40	800 Livres	550
3	F	163	60,9	22,92	800 Livres	590
Média		161,33	52,53	20,12		507
DP		2,89	9,31	2,96		112

4.3 Variáveis de Estudo

As variáveis foram definidas levando em consideração os objetivos formulados.

4.3.1 – Variáveis da carga de treino

As variáveis da carga de treino são o volume, intensidade e as zonas de treino demonstrado no quadro 4.

4.3.2 – Variáveis da VFC

As variáveis da VFC são:

- FC: Frequência cardíaca;
- LnRMSSD (ms): Logaritmo natural da raiz quadrada das médias da soma das diferenças sucessivas entre intervalos RR normais adjacentes ao quadrado.

4.3.3 – Variáveis na monitorização dos estados de humor

As variáveis para a monitorização dos estados de humor são: POMS-SF42 versão portuguesa validada por Viana e Cruz (2001) (vigor; depressão; irritação; fadiga; tensão; confusão; resultado total).

4.3.4 – Variáveis na monitorização do índice de bem-estar

As variáveis para a monitorização do índice de bem-estar são, itens pontuados de 5 (todo o tempo) a 0 (nunca), onde a pontuação total, varia de 0 (ausência de bem-estar) a 25 (bem-estar máximo).

4.4 Instrumentos

4.4.1 – Avaliação da VFC

A recolha do sinal da FC foi monitorizada através das bandas H7 (Polar®), sendo considerado o tacograma que permite a análise do intervalo RR. A FC foi

registada através da aplicação EliteHrv® validada para smartphone (A. A. Flatt & Esco, 2013).

4.4.2 – Questionário Perfil de estados de humor - POMS

Foi utilizado a versão reduzida e adaptada do “Profile of Mood States-POMS” de (Faro Viana et al., 2012), onde esta versão engloba um total de 42 itens, constituídos por igual número de adjetivos que pretendem descrever o estado de humor subjetivo dos indivíduos. Todos os itens são respondidos numa escala do tipo Likert, de cinco pontos, entre 0 (=“nada”) e 4(=“extremamente”) e os vinte e dois itens do POMS pretendem medir as seis dimensões do estado do humor: Tensão, Depressão, Irritação; Vigor, Fadiga e Confusão. É também possível obter o valor total de perturbação do humor, que é uma estimativa do estado afetivo do humor, calculado geralmente através da soma dos valores das escalas negativas e subtraindo a este valor, o obtido na escala positiva.

4.4.3 – Questionário índice de bem-estar

Foi utilizado a versão reduzida e adaptada do questionário de 28 itens proposto por Zung para depressão, angustia ansiedade e bem como do Psychological General Well-Being Scale (Bech, 1993; Warr, P., Banks, M., & Ullah, 1985). Esta versão reduzida apenas considera o bem-estar positivo. o WHO-5 contém apenas itens formulados positivamente (Bech, 1993). Os cinco itens do WHO-5 são:

- “Senti-me alegre e de bom dispostos/a”;
- “Senti-me calmo/a e tranquilo/a”;
- “Senti-me ativo/a e energético/a”;
- “Acordei a sentir-me fresco/a e repousado/a”;
- “O meu dia-a-dia tem sido preenchido com coisas que me interessam”.

Estes itens são pontuados numa escala de Likert de 5 pontos (todo o tempo) a 0 (nunca), onde a pontuação total, varia teoricamente de 0 (ausência de bem-estar) a 25 (bem-estar máximo).

4.5 Procedimentos

Para avaliação da prontidão matinal, cada atleta realizou as recolhas da VFC (intervalo RR) após o despertar. O horário de recolha para todos os atletas de manhã variou entre as 6h ± 1:30 horas, sendo que nos dias que não tinham treino de manhã foi pedido que mantivessem o mesmo horário. O controlo da VFC pré e pós treino foi monitorizado durante todas as sessões de treino da tarde (PM) no horário, segunda a sexta, com início às 19h e com a duração de 2:00 ± 00:10 horas, e, finalmente ao sábado, (AM), com início as 8h e com a duração de 2:00 horas.

Os atletas foram instruídos para realizar a medição da VFC durante 5 minutos de manhã, ao acordar, na posição supina e ajustando o transmissor da cinta torácica ao redor seu tronco ao nível do processo xifoide mantendo-se confortavelmente imóveis, na sua cama. Para obter o sinal de FC batimento a batimento foi utilizada uma banda torácica com emissor Bluetooth Polar H7 e H10 (Polar, Electro, Ou, Kemple; Finlândia®), com uma frequência de recolha de 1000 Hz. A FC foi registada através da aplicação EliteHvr® validada para smartphone (A. A. Flatt & Esco, 2013). Quando a frequência cardíaca estável é detetada pela aplicação, o usuário inicia a gravação do sinal HRV. O intervalo RR é processado pela software e os valores da frequência cardíaca de repouso (RHR) e do logaritmo natural da RMSSD (LnRMSSD) são automaticamente calculados. Após a conclusão de uma medição de HRV, os atletas foram instruídos para exportar e enviar os resultados por e-mail aos pesquisadores para análise. Os dados foram recolhidos durante 5 minutos de gravações, após a sua recolha foi descartado o primeiro minuto e os últimos 2 minutos. Os dados foram analisados através do software Kubios HRV 3.0.0® software (Kubios Ou, Kuopio, Finland).

Na sessão de treino da tarde, para a avaliação pré e pós treino, os atletas foram instruídos no sentido de que a medição da VFC iria ser feita durante 5 minutos, na posição sentado e ajustando o transmissor da cinta torácica ao redor do seu tronco ao nível do processo xifoide mantendo-se imóveis na cadeira. Para obter o sinal de FC batimento a batimento foi utilizada uma banda torácica com emissor Bluetooth Polar H7 e H10 (Polar, Electro, Ou, Kemple; Finlândia®), com uma frequência de recolha de 1000 Hz. A FC foi registada através da aplicação EliteHvr® validada para

smartphone (A. A. Flatt & Esco, 2013). Após todos os atletas estarem imóveis o treinador dava início a recolha. Os dados foram recolhidos durante 5 minutos de gravações, após a sua recolha foi descartado o primeiro minuto e os últimos 2 minutos. Dado o término da recolha dos dados foram gravados e codificados por atleta/dia pré e pós treino. Os mesmos foram analisados através do software Kubios HRV 3.0.0® software (Kubios Ou, Kuopio, Finland).

O preenchimento dos questionários e a recolha da HRV, decorreu numa sala anexa ao local de treino que desde logo garantiu o silêncio e tranquilidade exigidos para a recolha de dados.

No início do estudo, todos os sujeitos da amostra foram esclarecidos sobre os objetivos do questionário, sendo reforçada a necessidade de espontaneidade e sinceridade durante o preenchimento do mesmo. O questionário constitui sempre a primeira tarefa nos momentos de controlo definidos ao longo do estudo. O POMS teve dois momentos de recolha semanalmente, o primeiro no início da semana (segunda-feira) e designado POMS_INICIAL, e o segundo no final da semana (sábado), designado POMS_FINAL. O WHO-5 foi recolhido dia-a-dia durante a semana, segunda a sábado. Os questionários foram aplicados 20 minutos antes do início de cada sessão de treino.

Os atletas foram familiarizados com o procedimento de registo da HRV e dos questionários numa reunião de equipa e realizaram um período de teste de 14 dias antes do início do estudo. Foram avaliados os índices da HRV no domínio do tempo: intervalo RR; raiz quadrada da média da soma dos quadrados entre os intervalos NN adjacentes (RMSSD), em concordância com o recomendado pela Task Force of European Society of Cardiology e a North American Society of Pacing And Electrophysiology (Task, 1996), e pelas recomendações sobre o uso da metodologia apropriada para utilização, recolha e análise da VFC em estudos de exercício físico na modulação autonómica cardíaca (Catai et al., 2020).

4.5.1 – Análise dos registos da FC para posterior análise da VFC

Após a recolha dos dados antes e depois do treino, os ficheiros da FC foram transferidos para o suporte digital em PC através do programa PolarTeam Pro (Polar, Electro, Ou, Kemple; Finlând ®) e EliteHvr®. Os ficheiros são então gravados em ficheiros de texto (txt) para posterior análise da VFC através do software Kubios HRV 3.0.0® software (Kubios Ou, Kuopio, Finland).

4.5.2 – Análise dos registos POMS & WHO-5 para posterior análise

Relativamente a recolha dos dados dos questionários, as respostas eram descarregadas, e os ficheiros passavam para suporte informático, para posteriormente serem utilizados. Quanto à recolha de dados dos questionários supracitados foram da seguinte forma:

Nos questionários POMS SF42 os itens são agrupados de acordo com a subescala que pertencem:

- Depressão: somatório dos números 18,14,12, 9 e 5;
- Tensão: somatório dos números 1, 10, 13 e 17;
- Fadiga: somatório dos números 2, 11, 16 e 19;
- Irritação: somatório dos números 22, 20 e 7;
- Confusão: somatório dos números 4 e 15;
- Vigor: somatório dos números 3, 6, 8 e 21.
- Total que é igual à escala de vigor menos a depressão, mais a tensão, mais a fadiga, mais a irritação, mais a confusão, somando 100 para não obter valores negativos.

WHO-5 é composto por cinco itens:

- “Senti-me alegre e de bom disposto/a”;
- “Senti-me calmo/a e tranquilo/a”;
- “Senti-me ativo/a e energético/a”;
- “Acordei a sentir-me fresco/a e repousado/a”;

- “O meu dia-a-dia tem sido preenchido com coisas que me interessam”.

Estes itens são pontuados de 5 (todo o tempo) a 0 (nunca), onde a pontuação bruta, varia teoricamente de 0 (ausência de bem-estar) a 25 (bem-estar máximo).

4.6 Tratamento Estatístico

Para o tratamento estatístico dos dados recolhidos utilizamos a estatística descritiva, ou seja, calculamos, para as variáveis apresentado o valor médio e desvio padrão e o coeficiente de variação quanto justificado. Foi feita análise da normalidade e da homogeneidade na distribuição e tendo sido comprovada. Utilizaram-se técnicas de estatística paramétrica comparativa e correlativa.

Foram utilizados os testes T-Student e T-Pares para comparação dos valores médios e Anova de medidas repetidas com correção Pos hoc de Bonferoni. A magnitude da diferença encontrada dos valores médios através do tamanho efeito proposto por Cohen adaptado por (Sawilowsky, 2009).

Todo o tratamento de dados foi realizado através do programa SPSS 26.0, e o Graphpad do prisma versão 9 para MAC, e o JASP 0.11.1 no sistema operativo MacOS High Sierra, versão 10.13.6.

5. Apresentação e discussão dos resultados

O objetivo deste estudo consistiu na avaliação do potencial da resposta da VFC e de instrumentos psicométricos na monitorização do treino em jovens nadadores ao longo de 11 semanas.

Neste capítulo serão apresentados os dados da carga de treino, a VFC no domínio do tempo (LnRMSSD) e à análise do comportamento dos questionários dos estados de humor POMS SF42 e do questionário de bem-estar WHO-5.

Nesta apresentação dos resultados apresentamos os valores descritivos mínimo, máximo, média e desvio padrão dos indicadores de carga de treino: volume (m), intensidade (U.A.C), volume por zonas de treino (m) e o volume por zonas de estilo de nado, a que os nadadores foram submetidos.

Os microciclos analisados são representados pelas sigas S1 a S11.

5.1 – Carga de treino

Neste ponto apresentamos o comportamento das diferentes variáveis da carga de treino através dos valores médios, desvio padrão e respetivos coeficientes de variação semanal, nos três momentos de recolha diária: prontidão matinal (PM); antes do treino (AT) e depois do treino (DT).

Tabela 3 – Valores do volume (m), intensidade (U.A.C), número de unidades de treino, e tipo de microciclo, nos diferentes microciclos/ semanas de avaliação

	Volume		Intensidade		Nº Unidades treino	Tipo Microciclo
	(m)	Média ± Dp	(U.A.C)	Média ± Dp		
S1	47700	5300 ± 2395,7	14,6	1,6 ± 0,6	9	CA
S2	45300	5662,5 ± 1933,6	11,1	1,3 ± 0,6	8	CA
S3	45000	5625 ± 1895,9	12,1	1,5 ± 0,5	8	IM
S4	46900	5862,5 ± 2495,8	14,1	1,7 ± 1,1	8	CA
S5	35700	4462,5 ± 1894	10,8	1,3 ± 1,0	8	AJ
S6	42450	5306,25 ± 1970,2	15,8	1,9 ± 2,0	8	CA
S7	34400	4914,2 ± 1241,8	11,6	1,6 ± 0,6	7	CA
S8	26850	3835,7 ± 1979,9	12,0	1,7 ± 0,4	7	C
S9	39100	5585,7 ± 1695,5	12,3	1,7 ± 0,2	7	AJ
S10	30350	4335,7 ± 1922,7	10,0	1,4 ± 0,6	7	AJ
S11	47300	5912,5 ± 2554,1	13,3	1,6 ± 1,7	8	CA

Através da análise da tabela 3 podemos observar que o volume começou com uma média semanal de 47700 metros, referente ao primeiro microciclo de treino observando-se 3 semanas de volume constante e uma redução de 25% na semana 5 coincidente com uma competição de avaliação. Após a 5ª semana verificou-se um aumento de 18% na 6ª semana e uma redução em duas semanas consecutivas tendo em vista a participação numa competição principal. De referir que este macrociclo termina com um volume total acumulado de 441050 metros obtidos num total de 85 treinos realizados.

Tabela 4 – Valores em (%) pelas diferentes zonas de treino.

Zonas de Treino								
	A1	A2	A3	A4	MPL	TL	AA	TT
S1	40,7	15,9	8,4	0,0	0,0	1,7	2,3	31,0
S2	66,5	7,1	9,1	2,6	0,0	0,0	0,9	13,9
S3	74,3	6,4	10,4	2,4	0,0	2,6	1,1	2,7
S4	60,2	11,3	17,1	6,0	0,0	1,3	1,3	2,9
S5	76,8	5,6	9,8	4,5	0,0	0,0	2,0	1,4
S6	62,8	14,4	9,4	3,8	0,0	4,7	2,7	2,2
S7	62,5	22,4	7,3	4,7	0,0	1,2	1,2	0,9
S8	67,8	15,3	4,5	0,0	1,3	3,7	2,2	5,2
S9	65,6	16,1	5,1	4,1	0,0	2,2	2,8	4,1
S10	76,6	11,2	5,3	0,0	0,0	1,6	1,5	3,8
S11	57,3	29,0	6,3	5,9	0,0	0,0	1,3	0,2

Na tabela 4 podemos observar como foi realizada a distribuição percentual pelas diferentes zonas de treino. Verificamos que houve um aumento da semana 1 para a semana 3 em 45% na zona de intensidade aeróbio ligeiro (A1), esse incremento deve-se ao facto de os três primeiros microciclos serem progressivos na introdução das cargas de treino. Na semana 4 verificamos que foi onde houve uma maior percentagem de incidência do limiar anaeróbio (A3) comparativamente as outras semanas.

Tabela 5 – Valores das qualidades de treino expressos em (%), nos diferentes momentos de avaliação.

Qualidades de Treino									
	Crol	Costas	Bruços	Mariposa	Estilos	E1	EE	Braços	Pernas
S1	59,6	11,2	9,0	5,0	6,5	8,0	0,6	9,2	7,5
S2	63,5	5,1	1,1	0,0	9,9	17,4	3,0	8,4	5,5
S3	51,3	10,4	0,4	2,4	17,3	14,1	3,9	11,3	7,3
S4	61,7	10,0	1,2	1,4	11,1	9,5	5,1	12,6	10,1
S5	73,5	4,8	0,8	0,0	5,0	15,8	0,0	12,9	6,4
S6	68,4	10,1	3,9	1,9	5,4	8,8	1,4	14,1	9,1
S7	60,9	1,2	1,2	0,7	5,8	21,8	8,4	13,8	7,7
S8	65,5	2,2	0,7	0,0	2,2	11,4	17,9	9,3	3,5
S9	65,6	4,2	4,0	1,5	10,7	8,1	5,9	17,1	8,2
S10	60,0	5,6	2,0	3,0	5,6	17,0	6,9	13,8	7,1
S11	62,6	8,8	5,8	4,7	12,3	3,2	2,7	9,3	8,2

Na tabela 5 podemos observar as qualidades de treino, que discriminam detalhadamente em conjunto com a tabela 5 o conteúdo de treino realizado em cada macrociclo.

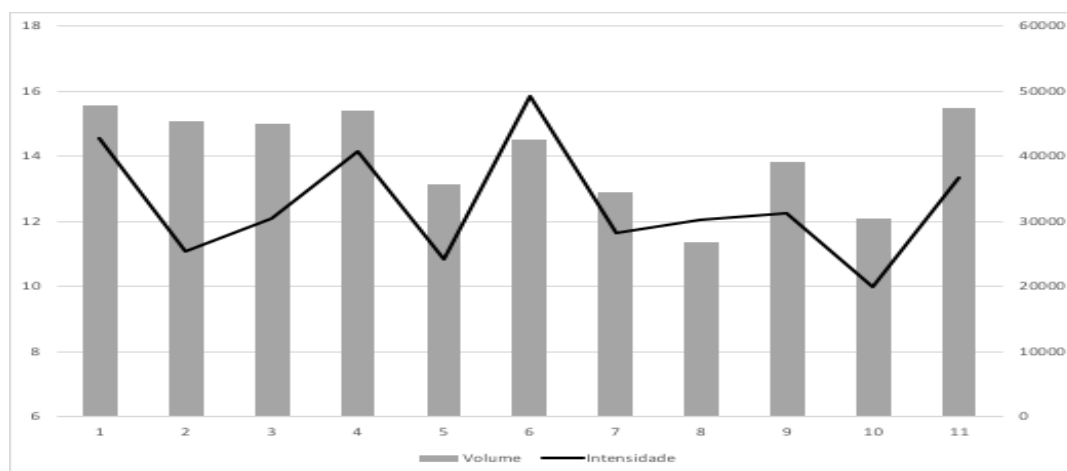


Gráfico 1 – Variação do volume (m) com a intensidade (U.A.C) nos microciclos do estudo.

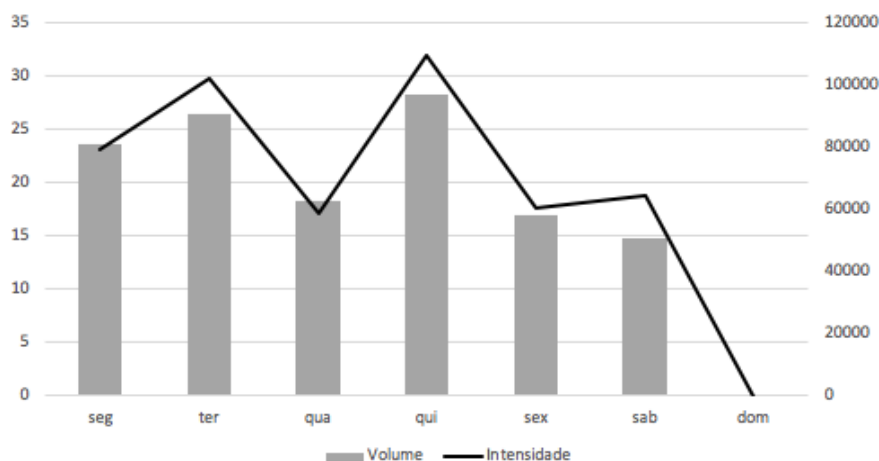


Gráfico 2 – Variação do volume (m) com a intensidade (U.A.C) nos diferentes dias da semana.

No gráfico 1, podemos observar que relativamente ao volume verifica-se uma manutenção da semana 1 até a 4, descendo na semana 5 por haver uma competição de avaliação e volta a subir na semana 6. Da semana 6 para 7 o volume desce 19%, e da semana 7 para a semana 8 volta a descer em 22%. Esta redução da semana 6 até a semana 8 deveu-se ao facto de estar prevista a participação numa competição principal.

No gráfico 2 verificamos a variação do volume com a intensidade nos diferentes dias da semana durante todo o estudo. Podemos observar que por norma os treinos mais intensos em termos de volume e intensidade são a terça-feira e quinta-feira e que os de recuperação se situam-se na quarta-feira, sexta-feira e sábado.

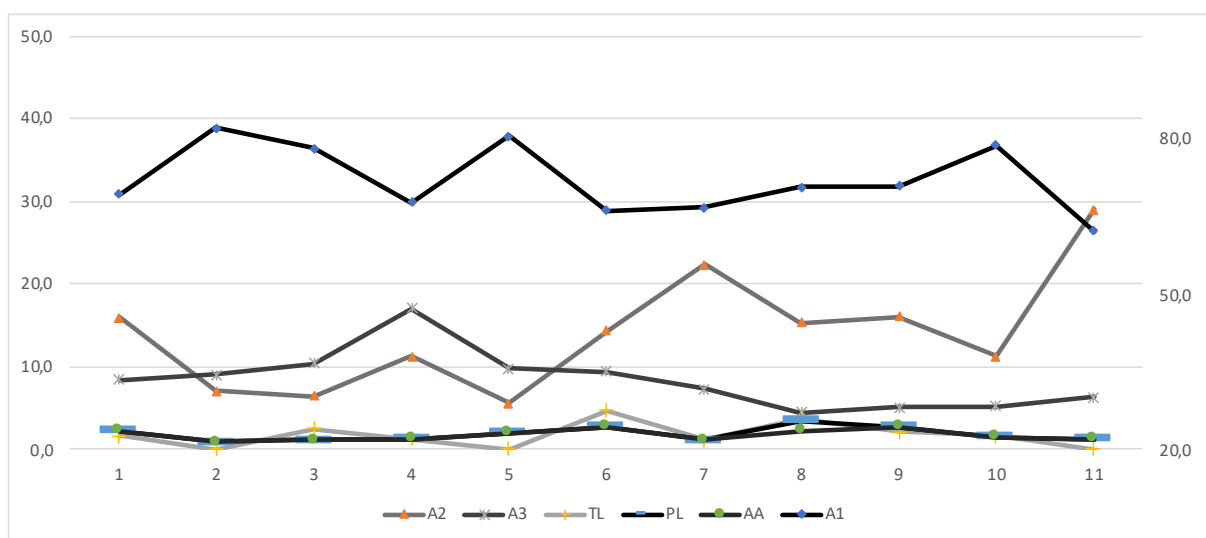


Gráfico 3 – Percentagem do volume por zonas de intensidade (%) nos diferentes microciclos do estudo.

No gráfico 3, são relacionadas todas as zonas de intensidade de treino, onde temos uma maior predominância numa zona aeróbia ligeira o que corresponde a uma intensidade mais baixa, no entanto com a evolução ao longo do macrociclo e com uma maior exigência a intensidade aumenta e o volume baixa, período coincidente a partir da semana 4.

5.2 – Variação dos Estados de Humor (POMS SF42)

Neste ponto apresentamos o comportamento das diferentes variáveis do POMS através dos valores médios, desvio padrão e respetivos coeficientes de variação semanal, nos três momentos de recolha diária: prontidão matinal (PM); antes do treino (AT) e depois do treino (DT).

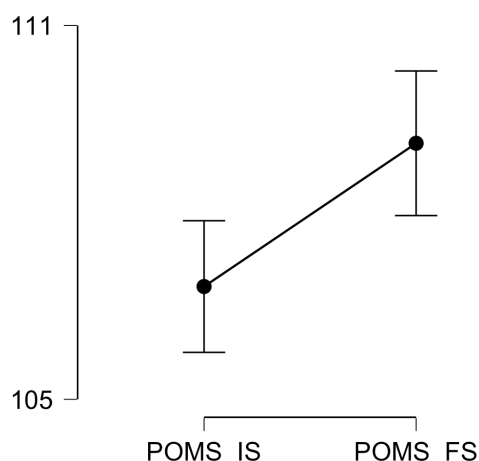


Figura 6 – Valores descritivos ($M \pm dp$) do valor de POMS início e final de semana ao longo do estudo.

Análise comparativa da globalidade dos dados recolhidos revelou que POMS FS é superior ao POMS IS ($t=-2,61$; $p=0,010$) com tamanho de efeito médio ($es=-0,25$). Feita a análise de medidas repetidas ao POMS IS e ao POMS FS não se verificou diferenças significativas, ou seja, os valores foram semelhantes. As duas aplicações do POMS não mostraram associação com a variação da carga de treino.

Tabela 6 – Análise descritiva do perfil de estados de humor do POMS inicial e final.

POMS Total	POMS Inico Microciclo			POMS Fim Microciclo		
	Média	DP	Cv%	Média	DP	Cv%
S1	105	17,7	16,9	108,8	16,4	15,1
S2	103,9	16,8	16,2	110,6	20,4	18,4
S3	108	21,9	20,3	110,9	22,7	20,5
S4	110,8	25,0	22,6	114,0	25,3	22,2
S5	109,2	24,2	22,2	115,3	26,0	22,5
S6	109,7	22,4	20,4	110,5	20,9	18,9
S7	108,8	18,5	17,0	106,7	18,8	17,6
S8	103,7	15,9	15,3	103,1	13,8	13,4
S9	103	10,8	10,5	107,9	15,9	14,7
S10	107	17,3	16,2	102,9	14,4	14,0
S11	105,4	14,1	13,4			

Através da análise da tabela 6 podemos verificar a distribuição do perfil de estados de humor (POMS) no início e no fim de cada microciclo.

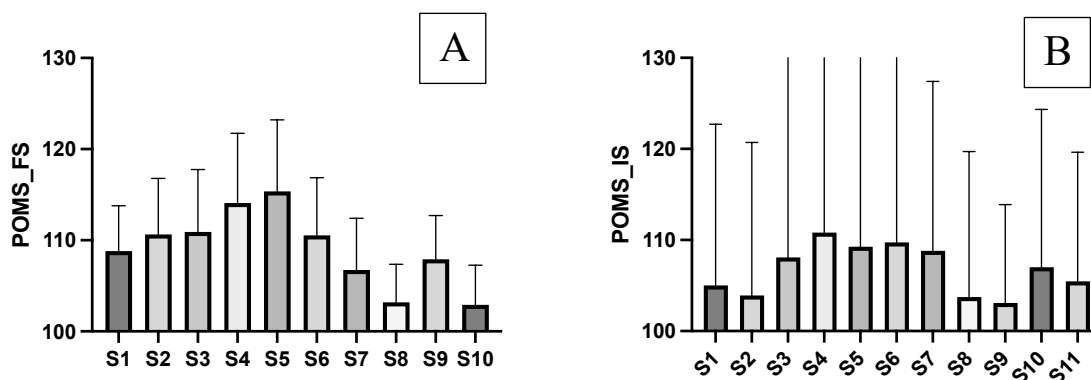


Figura 7 – Valores descritivos do POMS ($M \pm DP$) do início semana A e final de semana B, ao longo do estudo.

Embora se tenham observado algumas variações dos valores de POMS início e final ao longo das semanas de estudo, com particular incidência nas primeiras 5 semanas, não se observaram diferenças com significado estatístico na comparação das diferentes semanas sendo, no entanto, de ressaltar o elevado valor de coeficiente de variação encontrado.

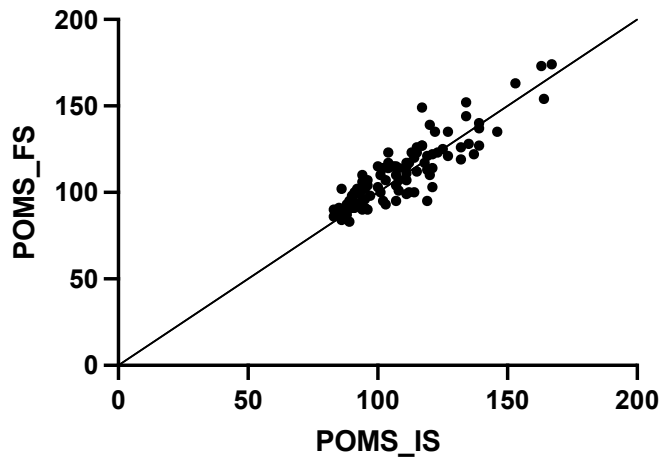


Figura 8 – Correlação Pearson entre o POMS IS e POMS FS.

A correlação entre os valores do início e o final da semana revelaram-se como esperado, significativos e elevados ($r=0,898$; $p<0.001$).

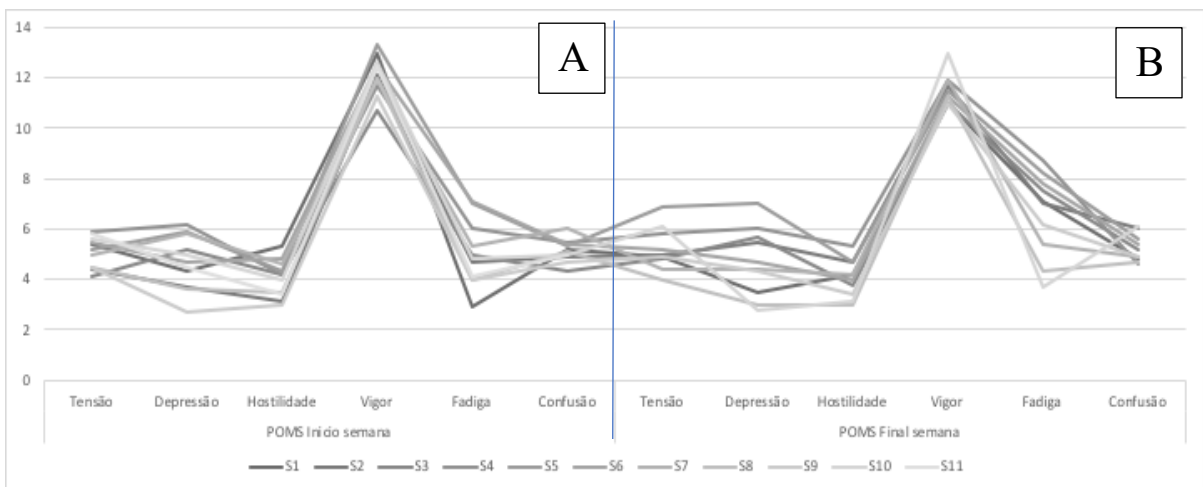


Gráfico 4 – Valores do POMS IS (A) e FS (B) nas diferentes dimensões ao longo, do período de estudo.

No gráfico 4 é demonstrado o conceito de perfil iceberg no início e final da semana.

No gráfico 5 podemos verificar esses valores e a sua orientação no início e no final da semana.

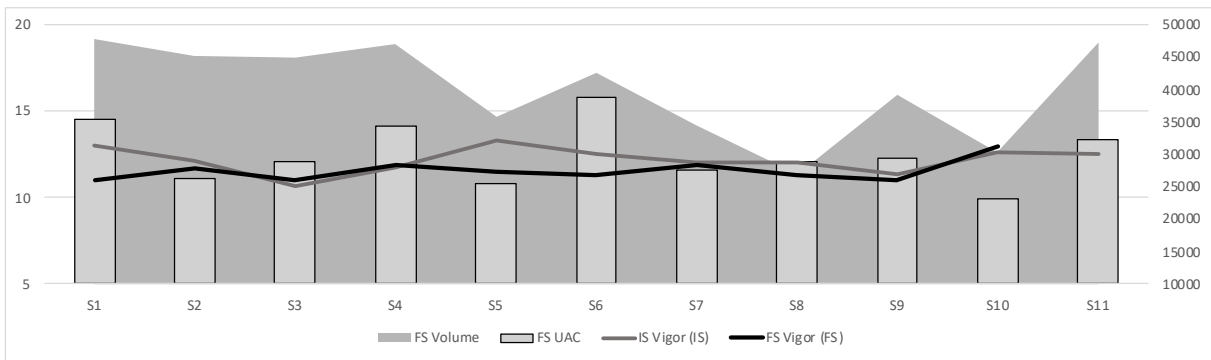


Gráfico 5 – Variação da escala vigor ao longo dos microciclos do estudo, no início e final dos mesmos com a carga de treino.

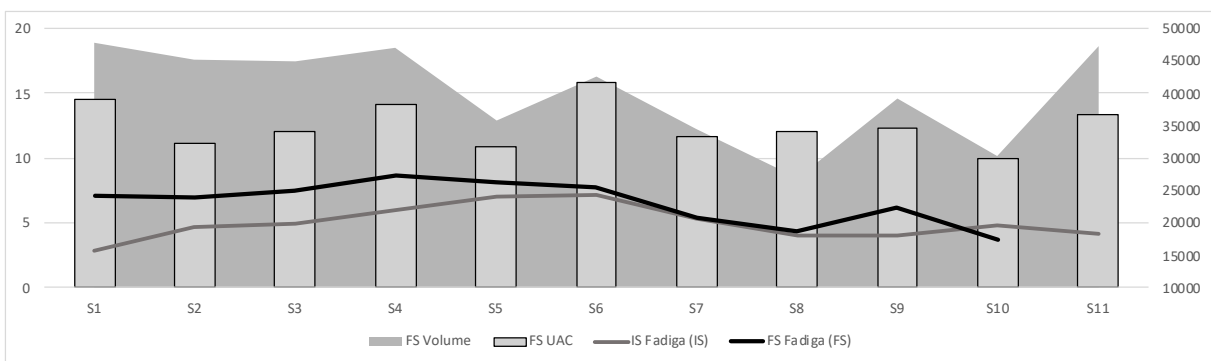


Gráfico 6 – Variação da escala fadiga ao longo dos microciclos do estudo, no início e final dos mesmos com a carga de treino.

No gráfico 5 podemos verificar um bom nível de adaptação a carga de treino, e no gráfico 6 verificamos que a fadiga acumulada é sempre superior no final da semana do que o início da semana. Verificamos que na semana 8, onde se deu a competição principal os atletas demonstram que é onde se encontram com um menor nível de fadiga acumulada.

5.3 – Perceção de bem-estar WHO-5

Neste ponto apresentamos o comportamento do índice de bem-estar através do valor médio e acumulado semanais (valores médios, desvio padrão e respetivos coeficientes de variação semanal).

Tabela 7 – Valores descritivos do somatório e do valor médio e coeficiente variação WHO-5 semanais ao longo dos microciclos do estudo.

	Valor Soma WHO-5			Valor Médio WHO-5		
	Média	DP	Cv%	Média	DP	Cv%
S1	79,2	26,8	33,8	16,6	5,6	33,7
S2	90,9	38,5	42,4	15,6	6,1	39,1
S3	91,9	39,6	43,1	16,2	6,5	40,1
S4	91,1	35,0	38,4	15,2	5,8	38,2
S5	94,1	25,7	27,3	15,7	4,3	27,4
S6	88,3	30,7	34,8	15,8	4,1	25,9
S7	92,2	30,1	32,6	15,9	4,2	26,4
S8	98,1	25,0	25,5	17	3,6	21,2
S9	98	24,9	25,4	16,8	3,7	22,0
S10	118	24,8	21,0	16,7	3,4	20,4
S11	34,1	7,9	23,2	17,2	3,8	22,1

Na tabela 7 estão representados os valores médios das variáveis significativas nos vários momentos. Podemos observar que os valores variam ao longo dos vários momentos de avaliação. Numa forma geral existe uma tendência dos valores médios do WHO-5 a situarem-se nos 15 pontos da escala Likert. Observamos ainda que na semana 8, onde existiu a competição os valores sobem 6,5 % face a semana anterior.

Foi realizado uma anova de medidas de repetidas, que revelou a existência de valores medidos semanais do WHO-5 ($f=22,6$; $p<0.001$) e na análise poshoc Bonferoni revelou diferenças entre os valores da semana 10 e 11 com todas as restantes.

Tabela 8 – Correlação dos parâmetros da Carga de Treino com o Índice de bem-estar.

		Volume	UAC
Soma WHO-5	r	-0,341***	-0,232*
	p	<.001	0.010

Verificamos através da tabela 9 que existe uma correlação inversa do índice de bem-estar com carga do treino, o que faz deste instrumento um simples e potencial marcador da influência que a carga treino têm no bem-estar percebido dos atletas.

5.4 – Variabilidade da Frequência Cardíaca

Neste ponto apresentamos o comportamento da FC e da VFC no domínio temporal (LnRMSSD) através dos valores médios, desvio padrão e respetivos coeficientes de variação semanal, nos três momentos de recolha diária: prontidão matinal (PM); antes do treino (AT) e depois do treino (DT).

Uma vez que amostra do estudo é reduzida e embora a literatura refira que o sexo feminino tende a apresentar valores VFC menores, realizamos um teste comparativo de (Mann Whitney U) entre os valores das diferentes variáveis. E neste âmbito não foram encontradas diferenças significativas relativamente ao sexo, pelo que iremos utilizar amostra como um só grupo.

Tabela 9 – Valores descritivos da Frequência Cardíaca ao longo dos microciclos do estudo.

	Valores médio FC					
	PM		AT		DT	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
S1	63	14	83	9	102	9
S2	63	15	79	13	93	10
S3	67	26	74 *	8	99	6
S4	64	24	72 *	8	97 •	9
S5	58	8	73	8	88 ¯	10
S6	59	7	73 *	7	92	10
S7	58	12	72 *	7	88 • ¯	11
S8	58	8	72 *	8	93	9
S9	60	11	73	10	95 †	10
S10	60	13	78 §	7	91 •	8
S11	61	14	74	8	88 •	13

* $p < 0.05$ em relação a S1; § $p < 0.05$ em relação a S8

• $p < 0.05$ em relação a S1; ¯ $p < 0.05$ em relação a S4; † $p < 0.05$ em relação a S7

Como podemos observar através da tabela 9, a FC média apresenta uma tendência de aumento ao longo dos três momentos de recolha. Verificamos que a semana 1 é onde se apresentam os valores superiores da FC média no AT e DT e que na PM esses valores situam-se na semana 3 e 4. Este parâmetro não têm associação com a variação da carga de treino. Embora a FC em termos globais mostre algumas variações é de particular relevo assinalar o ocorrido na semana 7 onde o valor pós treino é o valor mais baixo de todo o estudo, o que correspondeu exatamente a redução acentuada da carga de treino para preparar o momento de competição principal.

Tabela 10 – Valores médios globais de desvio padrão e coeficiente variação do LnRMSSD, PM, AT, DT, ao longo dos microciclos do estudo.

LnRMSSD	PM			AT			DT		
	Média	DP	Cv%	Média	DP	Cv%	Média	DP	Cv%
S1	4,68	0,39	8,3	3,54	0,55	15,5	2,76	0,74	26,8
S2	4,80	0,41	8,5	4,05 *	0,41	10,1	3,28 •	0,69	21,0
S3	4,84	0,46	9,5	4,05	0,42	10,4	2,92	0,59	20,2
S4	4,82	0,37	7,7	4,16	0,41	9,9	3,01	0,54	17,9
S5	4,81	0,42	8,7	4,02	0,48	11,9	3,3 •	0,69	20,9
S6	4,82	0,24	5,0	3,96	0,36	9,1	3,19	0,82	25,7
S7	4,77	0,36	7,5	4,11	0,38	9,2	3,34	0,76	22,8
S8	4,73	0,39	8,2	4,01	0,43	10,7	3,25	0,74	22,8
S9	4,78	0,37	7,7	3,96	0,39	9,8	2,99	0,74	24,7
S10	4,86	0,33	6,8	3,80 \$	0,42	11,1	3,15	0,67	21,3
S11	4,86	0,32	6,6	3,93	0,63	16,0	3,70•†	1,04	28,1

* p<0.05 em relação a S1; \$ p<0.05 em relação a S7

• p<0.05 em relação a S1; † p<0.05 em relação a S9

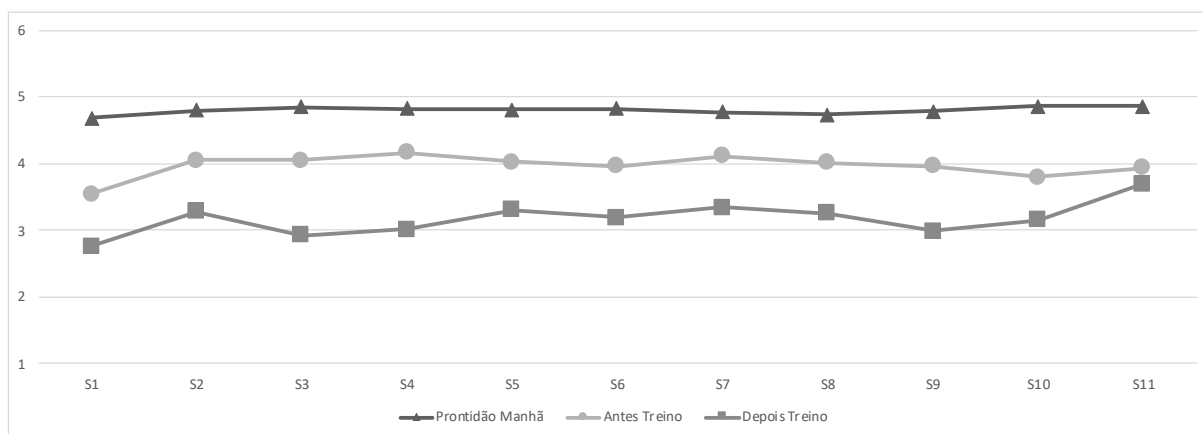


Gráfico 7 – Variação do Marcador LnRMSSD nos três momentos de análise, ao longo dos microciclos.

Podemos observar, que através do gráfico 7 existe uma redução do marcador LnRMSSD ao longo do dia. Essa redução da prontidão da manhã para o antes do treino situa-se em média nos 17,39% ao longo dos microciclos analisados. Já o impacto que as cargas de treino têm no marcador da VFC, no antes e o depois do treino, verificou-se que a sua redução se situa nos 19,96 % ao longo dos microciclos.

Relativamente ao CV, podemos observar que existe um incremento ao longo do dia da PM para o antes do treino em 3,72 % ao longo dos microciclos analisados. Já a PM para o DT o incremento é de 6,90%, demonstrando que este indicador é afetado pelo quotidiano, não controlado neste estudo, e em particular no DT, revelando a heterogeneidade na adaptação ao estímulo de treino dos diferentes nadadores.

Também é de assinalar o incremento no valor do CV da PM para o AT DT, demonstrando como este indicador é afetado pelo quotidiano, não controlado neste estudo, e em particular no DT, revelando a heterogeneidade na adaptação ao estímulo de treino dos diferentes nadadores.

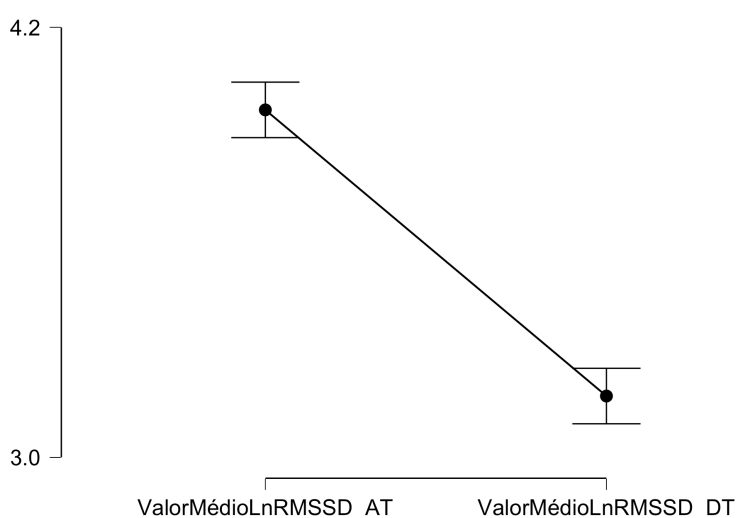


Figura 9 – Variação dos valores médios do LnRMSSD AT e DT.

A análise comparativa da globalidade dos dados recolhidos revelou que LnRMSSD pré treino é superior ao pós treino ($t=14,53$; $p<.001$) com tamanho de efeito elevado ($es=1.33$).

Tabela 11 – Valores de correlação Pearson do somatório da variável temporal (LnRMSSD) e da carga de treino.

		Vol	UAC
Soma LnRMSSD PM	r	-0,037	0,045
	p	0,686	0,620
Soma LnRMSSD AT	r	-0,383***	-0,375***
	p	<.001	<.001
Soma LnRMSSD DT	r	-0,318***	-0,248**
	p	<.001	<.006

Este marcador da VFC diário matinal, não se associa a qualquer um dos parâmetros da carga de treino. No entanto o mesmo marcador autónómico aparece associado as unidades de treino no pré e pós treino. Adicionalmente, foi observado uma correlação na diferença pré e pós treino do somatório da LnRMSSD e os valores da carga de treino – Volume ($r=-0,18$; $p 0.04$) e com o coeficiente da variação da diferença pré e pós treino da LnRMSSD e a carga de treino – UAC ($r=-0,22$; $p 0.01$).

5.5 – Discussão

Com este estudo pretendeu-se observar a adequação do uso de diferentes marcadores na monitorização da carga de treino em jovens atletas. Nesse sentido, à investigação procurou esclarecer i) o potencial informativo do perfil de estados de humor, ii) o nível de associação entre o índice de bem-estar e o marcador fisiológico VFC, iii) o marcador da VFC e a sua associação a carga de treino.

Neste estudo onde é demonstrado que os atletas conseguem atingir o conceito de perfil iceberg (gráfico 4), que serve para demonstrar a importante relação existente entre os fatores psicológicos e o sucesso desportivo. Podemos verificar que a nossa amostra é semelhante ao apresentado por Morgan (1976), onde no caso do vigor, os atletas de elite emergem claramente valores bem superiores aos da população dita

normal. Em termos de análise comparativa da globalidade dos dados recolhidos revelou que o POMS FS é superior ao POMS IS ($t=-2,61$; $p=0,010$), e que na análise de medidas repetidas entre ambos não se verificou uma associação com a variação da carga de treino. No nosso estudo observamos o contrário. Constatamos que o perfil dos estados de humor obtido através da totalidade da amostra é semelhante ao encontrado por Morgan (1976) e corroborando o estudo de (Rowley, 1995). Assim este instrumento, não parece ser suficientemente robusto para detetar variações dos estados humor associadas a pequenas variações da carga de treino contradizendo em parte o defendido por Morgan (Morgan et al., 1988).

No estudo conduzido por Merglen e col (Merglen et al., 2014) onde foram inquiridos adolescentes (16-20 anos) suíços verificaram que as pontuações máximas foram em torno dos 15 pontos na escala likert do índice de bem estar, o que concorda com os dados obtidos no nosso estudo. Verificou-se que através da correlação dos parâmetros da carga de treino com o índice de bem-estar existe uma correlação inversa do índice de bem-estar com a carga de treino $r=-0,341$; $p<.001$ Volume e $r=-0,232$; $p<0.010$ para UAC. O que faz deste instrumento um simples e potencial marcador da influência que a carga de treino têm no bem-estar percebido dos atletas.

Contraditório ao nosso estudo, Jensen, et al. (1997) indica que existe uma menor VFC nas mulheres no que na dos homens.

Em termos de resposta aguda, as variações do dia-a-dia na carga de treino segundo o estudo de Buchheit (2011), que envolvem grandes variações na atividade do sistema nervoso autónomo (CV=10-20%) para o LnRMSSD o que vêm corroborar com o nosso estudo, onde demonstramos CV% médios na PM de 7,7%; AT de 11,3% e DT 22,9%.

Contraditório ao nosso estudo, Plews, et al. (2013) indica que o marcador rMSSD na recolha em repouso é uma ferramenta para controlar as mudanças na fadiga em geral, tanto no desempenho físico como na recuperação em períodos curtos de recolha.

Ao comparamos a VFC com a carga de treino, não se verificaram diferenças significativas na prontidão da manhã contrariamente ao reportado por Flatt, et al. (2018). Mas ao verificar o pré e pós treino foram identificadas diferenças significativas.

Em suma, podemos concluir que os resultados obtidos no presente estudo vão de encontro como a literatura consultada, mais precisamente estão conformes com os resultados obtidos nos estudos de: (Merglen et al., 2014), onde verificaram uma

relação em U invertido entre a duração da prática desportiva semanal e o bem-estar; Buchheit (2011), verificou grandes variações (CV) na atividade do sistema nervoso autónomo; (Rowley, 1995 & Morgan 1976), demonstram que os atletas de elite tendem a apresentar um perfil de ice berg onde os valores da dimensão vigor emergem claramente face aos da população dita normal. Contudo, os resultados obtidos não foram ao encontro do constatado por (Morgan et al., 1988), ao afirmar que o perfil de estados de humor não parece ser um instrumento suficientemente robusto para detetar variações dos estados de humor associados a carga de treino; Jensen, et al. (1997), indica que existe uma menor VFC nas mulheres no que na dos homens; Plews, et al. (2013), indica que o marcador rMSSD é um bom instrumento para controlar mudanças na fadiga em geral; Flatt, et al. (2018), reporta que ao compararmos a VFC com a carga de treino na prontidão da manhã séria possível verificar diferenças significativas.

5.6 – Conclusão

Neste capítulo serão apresentadas as suas principais conclusões, tendo em conta os resultados e a respetiva discussão apresentadas no capítulo anterior.

Ao analisarmos as diferentes respostas dos marcadores autonómicos de perceção de bem-estar e de estados de humor na resposta a carga de treino, concluímos que o POMS não serve para marcador associado a carga de treino. Visto que, não parece ser um instrumento suficientemente robusto para detetar variações dos estados de humor. Contrariamente ao questionário de índice de bem-estar (WHO-5), veio demonstrar ser um instrumento diário bastante útil na monitorização da resposta a carga de treino, pois é correlacionado negativamente com o volume e a intensidade.

A VFC como marcador de resposta à variação da carga de treino em jovens nadadores, veio demonstrar que a prontidão da manhã não se associa a qualquer um dos parâmetros da carga de treino. Contrariamente ao mesmo marcador autonómico, que aparece associado negativamente com as unidades pré e pós treino, demonstrou ser um instrumento de monitorização da resposta a carga de treino pois é correlacionado negativamente com o volume e intensidade. A FC não serve como marcador associado a carga de treino. Visto que, não têm qualquer associação com a variação dos parâmetros da carga de treino.

5.7 – Recomendações / Sugestões

Segue um conjunto de recomendações para a realização de futuras investigações nesta linha de pesquisa:

Alargar o leque da amostra;

Analisar a VFC nos diferentes domínios (temporal e frequência) e comparar com a carga de treino;

Comparar a VFC com jovens atletas;

Analisar a VFC durante o exercício físico e comparar com a carga de treino e a lactatemia.

6. Bibliografia

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 33(7), 517–538.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00004>
- Aubert, A E, Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, 33(12), 889–919. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003>
- Aubert, André E, Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Med*, 33(12), 889–919. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003>
- Bartoli, F., Baselli, G., & Cerutti, S. (1985). AR identification and spectral estimate applied to the R-R interval measurements. *International Journal of Bio-Medical Computing*, 16(3–4), 201–215. [https://doi.org/10.1016/0020-7101\(85\)90055-8](https://doi.org/10.1016/0020-7101(85)90055-8)
- Bech, P. (1993). *Rating Scales for Psychopathology, Health Status and Quality of Life. A Compendium on Documentation in Accordance with the DSM-III-R and WHO Systems.*
- Berger, B. G., & Motl, R. W. (2000). Exercise and mood: A selective review and synthesis of research employing the profile of mood states. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12(1), 69–92. <https://doi.org/10.1080/10413200008404214>
- Berntson, G. G., Bigger, J. T. J., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., ... van der Molen, M. W. (1997). Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34(6), 623–648.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02140.x>
- Besson, C., Saubade, M., Vincent, P., Grégoire, P., & Millet, P. (2020). Analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque : méthodes , 1432–1437.
- Billman, G. E., & Hoskins, R. S. (1989). Time-series analysis of heart rate variability during submaximal exercise. Evidence for reduced cardiac vagal tone in animals susceptible to ventricular fibrillation. *Circulation*, 80(1), 146–157.
<https://doi.org/10.1161/01.cir.80.1.146>
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 39(9), 779–795. <https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>
- Buchheit. (2012). Monitoring changes in physical performance with heart rate

- measures in young soccer players. *EUROPEAN JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY*, 112(2), 711–723. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2014-0>
- Buchheit, M, Voss, S. C., Nybo, L., Mohr, M., & Racinais, S. (2011). Physiological and performance adaptations to an in-season soccer camp in the heat: Associations with heart rate and heart rate variability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), e477–e485. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=67510652&lang=pt-pt&site=ehost-live&scope=site>
- Buchheit, Martin. (2014a). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *FRONTIERS IN PHYSIOLOGY*, 5. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Buchheit, Martin. (2014b). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5 FEB(February), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Buchheit, Martin, Papelier, Y., Laursen, P. B., & Ahmaidi, S. (2007, July). Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*. United States. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00335.2007>
- Cambri, L. T., Fronchetti, L., Oliveira, F. R., & Gevaerd, M. da S. (2008). Variabilidade da frequência cardíaca e controle metabólico. *Arq Sanny Pesq Saúde*, 1(1), 72–82. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/258046879%0Ahttp://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Cassirame, J., Stuckey, M. I., Sheppard, F., & Tordi, N. (2013). Accuracy of the Minicardio system for heart rate variability analysis compared to ECG. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(3), 248–254.
- Catai, A. M., Pastre, C. M., Godoy, M. F. de, Silva, E. da, Takahashi, A. C. de M., & Vanderlei, L. C. M. (2020). Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 24(2), 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.02.006>
- Clemente, F., & Silva, R. (2021). *Avaliar para Treinar* (1st ed.). Prime Books.
- Daanen, H. A. M., Lamberts, R. P., Kallen, V. L., Jin, A., & Van Meeteren, N. L. U. (2012). A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in

- training status in athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 251–260. <https://doi.org/10.1123/ijsp.7.3.251>
- Faro Viana, M., Almeida, P., & Santos, R. C. (2012). Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor – POMS. *Análise Psicológica*, 19(1), 77–92. <https://doi.org/10.14417/ap.345>
- Flatt, A. A., & Esco, M. R. (2013). Validity of the ithlete™ Smart Phone Application for Determining Ultra-Short-Term Heart Rate Variability. *Journal of Human Kinetics*, 39, 85–92. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0071>
- Flatt, A., Esco, M., & Nakamura, F. (2018). Association between Subjective Indicators of Recovery Status and Heart Rate Variability among Division-1 Sprint-Swimmers. *Sports*, 6(3), 93. <https://doi.org/10.3390/sports6030093>
- Foss. (1998). *Fox's Physiological Basis for Exercise and Sport*. (M.-H. Companies, Ed.) (Sixth Edit).
- Foster. (2017). Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S22–S28. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0388>
- Garet, M., Tournaire, N., Roche, F., Laurent, R., Lacour, J. R., Barthélémy, J. C., & Pichot, V. (2004). Individual interdependence between nocturnal ANS activity and performance in swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(12), 2112–2118. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000147588.28955.48>
- Guyton. (1997). *Tratado da Fisiologia Humana*, 9.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *SPORTS MEDICINE*, 44(2), S139–S147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hellard, P., Guimaraes, F., Avalos, M., Houel, N., Hausswirth, C., & Toussaint, J. F. (2011). Modeling the association between HR variability and Illness in Elite Swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(6), 1063–1070. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318204de1c>
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., & Howard, A. (1999). *Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major competition*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(8).
- Jensen-Urstad, K., Saltin, B., Ericson, M., Storck, N., & Jensen-Urstad, M. (1997). Pronounced resting bradycardia in male elite runners is associated with high heart rate variability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*,

- 7(5), 274–278. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1997.tb00152.x>
- Kamandulis, S., Juodsnukis, A., Stanislovaitiene, J., Zuoziene, I. J., Bogdelis, A., Mickevicius, M., ... Snieckus, A. (2020). Daily Resting Heart Rate Variability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training. <https://doi.org/10.3390/ijerph17062097>
- Koenig, J., & Thayer, J. F. (2016). Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 64, 288–310. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.007>
- Maglisho. (2003). *Swimming Fasted – The Essential Reference on Technique, Training, and Program Design*. Champaign. United States: Human Kinetics.
- Manso. (1996). Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios e aplicaciones. In G. Editorial (Ed.). España.
- Merglen, A., Flatz, A., Bélanger, R. E., Michaud, P.-A., & Suris, J.-C. (2014). Weekly sport practice and adolescent well-being. *Archives of Disease in Childhood*, 99(3), 208–210. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2013-303729>
- Moreno. (1991). *Anatomofisiologia - Tomo III*. (FMH, Ed.). Lisboa.
- Morgan, W. P., Costill, D. L., Flynn, M. G., Raglin, J. S., & O'Connor, P. J. (1988). Mood disturbance following increased training in swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(4), 408–414. <https://doi.org/10.1249/00005768-198808000-00014>
- Mujika, I., Busso, T., Lacoste, L., Barale, F., Geysant, A., & Chatard, J. C. (1996). Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(2), 251–258. <https://doi.org/10.1097/00005768-199602000-00015>
- Niskanen, J.-P., Tarvainen, M. P., Ranta-Aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2004). Software for advanced HRV analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 76(1), 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2004.03.004>
- Olbrecht, J. (2000). *The science of winning planning periodizing and optimizing swim training*.
- Olbrecht, J., Madsen, O., Mader, A., Liesen, H., & Hollmann, W. (1985). Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 6(2), 74–77. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025816>
- Parrado, E., García, M. A., Ramos, J., Cervantes, J. C., Rodas, G., & Capdevila, L.

- (2010). Comparison of Omega Wave System and Polar S810i to detect R-R intervals at rest. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 336–341. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248319>
- Pierce, E. F. J. (2002). Relationship between training volume and mood states in competitive swimmers during a 24-week season. *Perceptual and Motor Skills*, 94(3 Pt 1), 1009–1012. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.94.3.1009>
- Plews. (2012). Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3729–3741. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2354-4>
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2014). Heart-rate variability and training-intensity distribution in elite rowers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 1026–1032. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0497>
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(9), 773–781. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>
- Pyne. (2000). Evaluation of the Lactate Pro blood lactate analyser. *European Journal of Applied Physiology*, 82(1–2), 112–116. <https://doi.org/10.1007/s004210050659>
- Raposo. (2006). *Formar Nadadores, um processo a longo prazo*. Lisboa.
- Raposo. (2017). *Planeamento do Treino Desportivo*. Portugal.
- Raposo, A. V. (2002). *O Planeamento do Treino Desportivo*.
- Rohlfs, Carvalho, Rotta, K. (2004). Application of mood states validation instruments in the detection of the overtraining syndrome. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 10(2), 117–121.
- Rohlfs, I. C. P. de M., Carvalho, T. de, Rotta, T. M., & Krebs, R. J. (2004). Aplicação de instrumentos de avaliação de estados de humor na detecção da síndrome do excesso de treinamento. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 10(2), 111–116. <https://doi.org/10.1590/s1517-86922004000200005>
- Sandercock, G. R. H., & Brodie, D. A. (2006). The use of heart rate variability measures to assess autonomic control during exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(5), 302–313. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00556.x>

- Sawilowsky, S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 467–474. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>
- Seeley, R. (2007). *Anatomia e Fisiologia* (sexta edição). MacGraw-Hill Companies.
- Shields, R. W. J. (2009). Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 76 Suppl 2, S37-40. <https://doi.org/10.3949/ccjm.76.s2.08>
- Silva, M. & C. (2009). *Identificação de Talentos no Desporto: Um modelo operativo para Natação*. (Texto Editores, Ed.).
- Stanley, J., Peake, J. M., & Buchheit, M. (2013). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(12), 1259–1277. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0083-4>
- Stewart, A. M., & Hopkins, W. G. (2000). Seasonal training and performance of competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 18(11), 873–884. <https://doi.org/10.1080/026404100750017805>
- Sweetenham, B. (2003). *Championship Swim Training*.
- Szabo, A., Meskó, A., Caputo, A., & Gill, É. T. (1998). Examination of exercise-induced feeling states in four modes of exercise. *International Journal of Sport Psychology*, 29(4), 376–390.
- Takahashi, T., & Miyamoto, Y. (1998). Influence of light physical activity on cardiac responses during recovery from exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77(4), 305–311. <https://doi.org/10.1007/s004210050338>
- Task, F. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, 93(5), 1043–1065.
- Tennen, H., Hall, J. A., & Affleck, G. (1995). Depression research methodologies in the Journal of Personality and Social Psychology: a review and critique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68(5), 870–891. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.68.5.870>
- Terry, P. C., & Lane, A. M. (2000). Normative values for the profile of mood states for use with athletic samples. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12(1), 93–109. <https://doi.org/10.1080/10413200008404215>

- Wallén, M. B., Hasson, D., Theorell, T., Canlon, B., & Osika, W. (2012). Possibilities and limitations of the Polar RS800 in measuring heart rate variability at rest. *European Journal of Applied Physiology*, 112(3), 1153–1165. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2079-9>
- Warr, P., Banks, M., & Ullah, P. (1985). *The experience of unemployment among Black and White urban teenagers*. *British Journal of Psychology*, 76(1), 75–87.
- Weippert, M., Kumar, M., Kreuzfeld, S., Arndt, D., Rieger, A., & Stoll, R. (2010). Comparison of three mobile devices for measuring R-R intervals and heart rate variability: Polar S810i, Suunto t6 and an ambulatory ECG system. *European Journal of Applied Physiology*, 109(4), 779–786. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1415-9>
- Yamamoto, K., Miyachi, M., Saitoh, T., Yoshioka, A., & Onodera, S. (2001). Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(9), 1496–1502. <https://doi.org/10.1097/00005768-200109000-00012>

Anexos

POMS FS 42;

WHO-5;

Termo Consentimento;

Macro ciclo_Layout.