



UNIVERSIDADE D  
**COIMBRA**

André Duarte Matoso Vaz

**UTILIDADE DA MONITORIZAÇÃO DA  
VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA  
CARDÍACA EM JOVENS NADADORES DE  
BOM NÍVEL COMPETITIVO**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens orientada pelo Professor Doutor Luís Manuel Pinto Lopes Rama e apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra

Junho de 2023

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física  
da Universidade de Coimbra

# UTILIDADE DA MONITORIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM JOVENS NADADORES DE BOM NÍVEL COMPETITIVO

André Duarte Matoso Vaz

Dissertação no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens  
orientada pelo Professor Doutor Luís Manuel Pinto Lopes Rama e apresentada à  
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra

Junho de 2023



UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

## Agradecimentos

---

À Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra pelos belos anos de percurso académico proporcionados.

Ao Professor Doutor Luís Rama pela mentoria, apoio e amizade ao longo de todos estes anos de vida académica, profissional e pessoal.

Aos Meus Pais pelo apoio incondicional e princípios e valores transmitidos ao longo da minha vida.

À Melhor Companheira, à Minha Família e aos Verdadeiros Amigos por estarem sempre presentes, nos bons e nos maus momentos.

Aos Meus antigos Nadadores pela confiança depositada em mim ao longo dos anos.

## Lista de Abreviaturas

---

AS – Altura Sentado

ATP - adenosina-trifosfato

CMI – Comprimento Membros Inferiores

CMJ - Countermovement Jump

CV - Coeficiente de Variação

DP - Desvio Padrão

E - Estatura

ES - Effect Size

FC - Frequência Cardíaca

HF - Potência absoluta no espectro de alta frequência

IC – Idade Decimal

LnRMSSD - Logaritmo natural da raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R adjacentes

LF - Potência absoluta no espectro de baixa frequência

MC – Massa Corporal

MI – Membros Inferiores

MS – Membros Superiores

NPD – Natação Pura Desportiva

PGC – Percentagem de Gordura Corporal

RMSSD - Raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R adjacentes

R-R – Intervalo entre batimentos

SJ – Squat Jump

SNA - Sistema Nervoso Autónomo

SNP - Sistema Nervoso Parassimpático

SNS - Sistema Nervoso Simpático

VFC – Variabilidade da Frequência Cardíaca

## Resumo

---

Desde o início do percurso desportivo, os nadadores passam por um regime de treino que tem em vista para maximizar os seus desempenhos competitivos. É importante que seja realizada a devida monitorização da carga de treino para que se possa avaliar o impacto dos estímulos de treino a que os nadadores são sujeitos. Nas últimas duas décadas, a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) tem tido uma grande utilidade na monitorização da carga de treino, embora a literatura sobre a VFC e a adaptação ao treino apresente resultados diversificados.

A amostra deste estudo foi constituída por 11 jovens nadadores de nível nacional, 8 do sexo masculino ( $12,60 \pm 0,42$  anos) e 3 do sexo feminino ( $12,40 \pm 0,29$  anos) com  $3,75 \pm 0,72$  anos de experiência em natação competitiva. A recolha dos dados foi efetuada antes e após as sessões de treino. A duração das recolhas de dados foi de 6 minutos. O primeiro minuto das gravações foi descartado e os 5 minutos seguintes foram utilizados para as análises da VFC, tendo sido comparadas os dados obtidos em gravações de 1 e 5 minutos. Não houve diferenças significativas entre os registos de 1 e 5 minutos em LnRMSSD no pré e no pós-treino, o que corrobora a confiabilidade dos registos de 1 minuto em repouso. As raparigas não revelaram correlação entre nenhum parâmetro da VFC e a carga de treino. Os rapazes revelaram correlações pequenas, mas significativas. As raparigas revelaram um padrão diferente de recuperação a curto prazo de todos os parâmetros analisados. A intensidade do treino parece estar mais ligada a mudanças na VFC do que o volume de treino.

## Abstract

---

*From the beginning of the sport path, swimmers go through a training regime that aims to maximize their competitive performance. It is important that proper monitoring of the training load is carried out so that the impact of the training stimuli to which swimmers are subject can be evaluated. In the last two decades, Heart Rate Variability (HRV) has been very useful in monitoring training load, although the literature on HRV and adaptation to training presents mixed results.*

*The sample of this study consisted of 11 young national level swimmers, 8 males (12.60±0.42 years) and 3 females (12.40±0.29 years) with 3.75±0.72 years of competitive swimming experience. Data collection was performed before and after the training sessions. The duration of data collection was 6 minutes. The first minute of recordings was discarded and the next 5 minutes were used for HRV analyses, comparing the data obtained in recordings of 1 and 5 minutes. There were no significant differences between the 1-minute and 5-minute LnRMSSD recordings pre- and post-training, which corroborates the reliability of the 1-minute recordings at rest. Girls showed no correlation between any HRV parameter and training load. Boys showed small but significant correlations. Girls showed a different pattern of short-term recovery for all analyzed parameters. Training intensity seems to be more linked to changes in HRV than training volume.*

# ÍNDICE GERAL

---

Agradecimentos .....	2
Lista de Abreviaturas .....	3
Resumo .....	4
Abstract.....	5
ÍNDICE GERAL.....	6
Índice de Tabelas .....	7
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO .....	9
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA .....	13
CAPÍTULO III – METODOLOGIA .....	25
CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	30
CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	37
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	39
CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

# Índice de Tabelas

---

Tabela II.1 - Estimativas da contribuição energética, anaeróbia e aeróbia, durante períodos de exercícios maximais (adaptado de Gastin, 2001).

Tabela II.2 – Contribuição de cada sistema energético em distâncias competitivas do estilo livre em nadadores de elite, obtido por simulação informática (adaptado de Rodríguez & Mader, 2011).

Tabela II. 3 - Zonas de intensidade, objetivos, a velocidade média das tarefas, provável acumulação de lactato, e os índices de dificuldade para o treino de natação (Rama, L. e Teixeira, A. 2004).

Tabela IV.1 – Caracterização da Amostra. Número de Sujeitos (N), Mínimo, Máximo, Média, Desvio Padrão (Estatura, Massa Corporal, Altura Sentado, Envergadura, Índice de Massa Corporal, Percentual de Gordura Corporal e Massa Livre de Gordura).

Tabela IV.2 – Caracterização da Amostra. Maturity Offset Prediction (Mirwald, G. Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002).

Tabela IV.3 – Caracterização da Amostra. Potência dos Membros Inferiores. Teste Squat Jump (SQ) e Countermovement Jump (CMJ).

Tabela IV.4 – Caracterização da Amostra. Força Máxima Voluntária de Preensão Manual. Teste Handgrip – Membro Superior (MI) Direito e Membro Superior (MS) Esquerdo.

Tabela IV.5 – Caracterização da Amostra. Valia Técnica. Prova Mais Pontuada pela Tabela da FINA. Evolução registada durante o estudo.

Tabela IV. 6 – Caracterização dos Microciclos de Treino em Volume e Intensidade.

Tabela IV. 7 – Valores de estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo) dos valores de LnRMSSD1 e LnRMSSD5 no Pré-Treino e análise comparativa respetiva significância.

Tabela IV. 8 – Valores de estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo) dos valores de LnRMSSD1 e LnRMSSD5 no Pós-Treino e análise comparativa, e respetiva significância.

Tabela IV. 9 – Correlação entre LnRMSSD1 Pós Treino e a Carga de Treino (Volume e UAC) (Spearman's rho).



Tabela IV. 10 – Correlação entre VarPREPOS\_1 Pós e a Carga de Treino (Volume e UAC) (Spearman's rho).

Tabela IV. 11 - Valores de estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo) dos valores de LnRMSSD1 e LnRMSSD5, em função do sexo, análise comparativa e respetiva significância.

Tabela IV. 12 - Valores de estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo) dos valores de LnRMSSD1 e LnRMSSD5, em momentos distintos, Pré-Treino e Pós-Treino, de acordo com o sexo, análise comparativa e respetiva significância.

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

---

O presente estudo insere-se no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

O processo de treino desportivo tem vindo a ter alterações significativas nos últimos anos. A competitividade, à escala global, tem crescido grandemente devido a vários fatores, entre os quais se destacam, a profissionalização dos atletas e a comercialização do desporto e sua mediatização. A profissionalização dos atletas tem provocado importantes modificações nas várias modalidades, nomeadamente nos calendários competitivos que são cada vez mais preenchidos e também no aumento da longevidade das carreiras dos atletas ao mais alto nível.

Esta nova realidade tem como alvo a excelência da prestação competitiva, que se traduz numa operacionalização de programas de treino muito exigentes que poderão induzir problemas de adaptação dos atletas, caso não se respeitem condições ótimas de equilíbrio na treinabilidade e cargabilidade, por incapacidade de renovação completa e atempada dos recursos energéticos e funcionais (Rama, 2009). Assim, todo o processo de treino desportivo deve ser estruturado e avaliado, de modo a garantir a progressão gradual desejada.

Este estudo insere-se no âmbito de estudos focados na modalidade de Natação Pura Desportiva (NPD). A NPD, em função da natureza do esforço em situação competitiva, pode ser designada como uma modalidade de resistência, onde a participação do metabolismo aeróbio, apesar de variável, é determinante para o provimento energético da quase totalidade das provas (Gomes-Pereira, 1992; Rodriguez & Mader, 2011).

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

Apesar de, reconhecidamente, no esforço em NPD predominar o regime aeróbio, na maioria das provas, os três sistemas fundamentais de produção de energia têm a sua

contribuição. São três os processos distintos, mas intimamente interligados, que funcionam juntos para satisfazer as necessidades energéticas do músculo. Os sistemas de energia anaeróbia são divididos em duas componentes, alática e láctica, referentes aos processos envolvidos na divisão dos fosfagénios armazenados, ATP e fosfocreatina (PCr) e à decomposição de glícidos em ácido láctico por glicólise. O sistema de energia aeróbica refere-se à combustão glícidos e lípidos na presença de oxigénio. As vias anaeróbias são capazes de regenerar o ATP em quantidades elevadas, mas ainda são limitadas pela quantidade de energia que pode ser liberada em um único exercício intenso. Por outro lado, o sistema aeróbio tem uma capacidade enorme de produção de energia, no entanto não consegue fornecer rapidamente (Gastin, 2001).

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

No processo de treino de NPD, os atletas são sujeitos a cargas de treino de intensidades elevadas, pois necessitam de elevar as suas capacidades de rendimento para participação nas competições calendarizadas. Deste modo, a pertinência deste estudo prende-se com a necessidade de monitorizar o sentido das adaptações induzidas pelo treino, de forma a controlar evolução do atleta e evitando situações de sobrecarga, recorrendo à utilização de métodos de controlo e monitorização do treino.

O controlo e monitorização do treino em NPD têm vindo a desempenhar um papel importante na preparação do atleta para a competição, analisando as relações entre o processo de treino e rendimento desportivo (Mujika et al., 1995).

A investigação científica tem vindo a ter um papel de maior importância na prescrição de programas de treino. A variabilidade individual na resposta ao treino reforça a importância da monitorização da carga de treino. Diversos autores apresentam e discutem diferentes métodos e ferramentas disponíveis para quantificar a carga de treino, como o uso de medidas subjetivas (por exemplo, perceção de esforço) e medidas objetivas, como por exemplo a frequência cardíaca e a medição do lactato sanguíneo. A utilização de Questionários ou Diários para obter e registar toda a atividade física do atleta, no entanto estes métodos introduzem um carácter subjetivo elevado que poderá

retirar o rigor pretendido (Ref). Existem vários métodos utilizados para medir e quantificar a carga de treino a que os atletas estão sujeitos. A carga de treino é o fator crucial na preparação dos atletas. A sua monitorização permite controlar as adaptações fisiológicas e o desempenho desportivo. Portanto, compreender e monitorizar adequadamente a carga de treino é essencial para otimizar os resultados do atleta, não ignorando a individualidade dos atletas, pois as respostas aos estímulos de treino podem variar entre indivíduos (Borresen & Lambert, 2009)

Existem vários marcadores com utilidade para a monitorização da carga de treino, podendo nomear-se alguns tais como o Consumo de Oxigénio, o Lactato Sanguíneo, a Frequência Cardíaca e a Perceção do Esforço. A frequência cardíaca é o método mais utilizado na monitorização resposta ao treino em nadadores (Willmore & Costill, 1994). O valor da frequência cardíaca é uma importante ferramenta na comunicação entre treinador e atleta, podendo ser utilizado para prescrição das intensidades do treino ou para monitorizar a resposta do atleta à carga de treino a que é sujeito (Maglischo, 2003). É um método simples, mas muito vantajoso. O nadador consegue fazer a contagem dos batimentos cardíacos pela palpação da artéria radial ou da carótida. No entanto, a frequência cardíaca pode ser influenciada por diversos fatores, pondo em causa a fiabilidade destas medições.

A variabilidade da frequência cardíaca que deriva da análise do intervalo temporal entre batimentos (Plews, Laursen, Meur, et al., 2013) tem sido um tema de interesse e discussão nos estudos mais recentes das Ciências do Desporto e do Treino Desportivo tem visto aumentar a sua aplicabilidade no âmbito do controlo da carga e da adaptação ao treino da natação (Koenig, Jarczok, Wasner, Hillecke, & Thayer, 2014).

A VFC é uma medida que reflete a atividade do sistema nervoso autónomo e é frequentemente utilizada como um indicador da resposta ao treino e do estado de recuperação. Existe uma relação significativa entre os indicadores subjetivos do estado de recuperação, como a perceção do esforço e as medições da VFC. Os nadadores que relatam sentirem-se mais recuperados, apresentam maior VFC, o que demonstra um estado de recuperação mais favorável do sistema nervoso autónomo. Estes dados sugerem que a perceção subjetiva do estado de recuperação pode ser um indicador útil para monitorizar a resposta fisiológica dos atletas e ajustar o treino de acordo. Ao considerar tanto os aspetos subjetivos quanto os objetivos da recuperação, os treinadores podem

tomar melhores decisões na decisão relativas à carga de treino e na adoção de estratégias para a prevenção de lesões. (Flatt, Esco & Nakamura, 2018).

Os métodos de monitorização da carga de treino têm sofrido alterações e evolução ao longo do tempo. Alguns dos métodos subjetivos mais antigos já mencionados, como a Perceção do Esforço, ou até métodos objetivos como a medição da frequência cardíaca e lactato sanguíneo, revelaram algumas limitações como a falta de precisão e a dificuldade obter informações em tempo real. Os avanços tecnológicos têm permitido obter dados mais precisos na monitorização da carga de treino. Cardíofrequencímetros, GPS, análise de vídeo e outras ferramentas tecnológicas têm permitido recolher dados em tempo real e de maior precisão sobre a carga de treino (Foster, Rodriguez-Marroyo, & Koning, 2017).

No que diz respeito ao controlo da carga e da adaptação ao treino, o interesse nas medições da frequência cardíaca em repouso, exercício e recuperação para monitorização da fadiga, condição física e desempenho, tem vindo a crescer. Esta monitorização permite fazer ajustes diários na carga de treino ou em blocos específicos de treino, ao longo da época. No entanto, este tipo de monitorização ainda não está totalmente implementado, uma vez que a literatura tem apresentado resultados contraditórios (Buchheit, 2014).

A novidade deste estudo baseia-se na avaliação do potencial da monitorização da variabilidade da frequência cardíaca em recolhas de curta duração na posição sentado em jovens nadadores de bom nível competitivo. A eventual vantagem deriva do facto de constituir uma metodologia menos perturbadora das rotinas habituais de treino e de fácil aplicação.

## CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

---

### 1. Caracterização da Natação

A Natação é um desporto diferente dos outros. Desde logo pelo meio onde se pratica, diferente da maioria dos desportos, o meio aquático. A água coloca uma série de condicionalismos ao movimento humano, nomeadamente pelas adaptações que o indivíduo tem de realizar para se deslocar, entre as quais, a aquisição de uma nova posição corporal e de equilíbrio, alteração do mecanismo respiratório e alteração dos recursos motores utilizados.

A modalidade Natação divide-se em várias disciplinas. Natação Pura Desportiva, Águas Abertas, Pólo Aquático, Natação Artística e Saltos para a Água são as suas cinco disciplinas.

A Natação Pura Desportiva (NPD) é a modalidade objeto do presente estudo. Do ponto de vista fisiológico, a natação é definida como uma modalidade de resistência, tendo em conta a maioria das distâncias dos seus programas competitivos e, partindo do princípio, que as competições são realizadas à intensidade máxima (Alves, 2000).

A natação é um desporto altamente exigente do ponto de vista energético, e a eficiência na utilização da energia desempenha um papel crucial no desempenho dos nadadores. Na natação, existe uma contribuição energética elevada tanto do sistema aeróbio como do anaeróbio, para sustentar a ação de diferentes grupos musculares. Os aspetos biomecânicos são igualmente um fator essencial no desempenho do nadador, isto é, as principais componentes da técnica de natação que podem influenciar altamente o desempenho, tais como a posição do corpo, e a propulsão gerada pelos membros superiores e inferiores, e a coordenação dos segmentos corporais. A individualidade dos nadadores, no que diz respeito às suas características físicas, técnicas e fisiológicas também são outros fatores a considerar no desempenho. Deste modo, para se poder maximizar o desempenho dos nadadores, é fundamental ter em conta tanto os aspetos do ponto de vista energético como mecânicos de cada um. Para maximizar o desempenho de cada indivíduo em competição, é necessário ter em conta todos estes aspetos, enfatizando a necessidade da especificidade e personalização do treino (Barbosa, Bragada, Marinho, Carvalho & Silva, 2010).

## 1.1. Caracterização Fisiológica da Natação Pura Desportiva (NPD)

Durante o exercício físico ou realização qualquer atividade desportiva, o organismo utiliza diferentes vias energéticas para fornecer energia aos músculos. Esses sistemas incluem o sistema aeróbio, que utiliza oxigénio para produzir energia de forma sustentável, e os sistemas anaeróbios, que fornecem energia de forma mais rápida, mas por períodos muito mais limitados. Para compreender qualquer modalidade desportiva e o seu processo de treino, é fundamental entender como os sistemas energéticos interagem e contribuem para o desempenho durante o exercício. Diferentes modalidades apresentam diferentes contribuições relativas dos sistemas aeróbio e anaeróbio de acordo com a duração e a intensidade do esforço. Em exercícios de curta duração e alta intensidade, os sistemas anaeróbios desempenham um papel predominante. Já em exercícios de longa duração e moderada intensidade, o sistema aeróbio é a principal fonte de energia. A interação entre os sistemas energéticos é essencial para o desempenho máximo durante o exercício. Compreender a contribuição relativa de cada sistema em diferentes atividades desportivas pode auxiliar na prescrição de treino específico e definição de estratégias para otimizar o desempenho dos atletas (Gastin, 2001)

A NPD é considerada uma modalidade de “resistência”. Dada a natureza do esforço em competição, em que 80% das provas oficiais têm uma duração superior a 40 segundos, o tipo de treinos implementados nesta modalidade tem a sua maior incidência nas zonas de treino do desenvolvimento da resistência aeróbia. O esforço na NPD exige a solicitação, em maior ou menor grau, dos três sistemas de produção de energia. A participação relativa de cada sistema depende, evidentemente, da duração de cada prova, partindo do pressuposto que todo o desempenho competitivo é realizado à máxima intensidade (Alves, 2000). A NPD é uma modalidade que recorre do uso de diferentes sistemas energéticos para fornecimento de energia durante o exercício. Estas solicitações têm diferentes contribuições consoante a técnica e distância da prova em que o nadador participa (Rodríguez & Mader, 2011)

Outro aspeto que permite caracterizar a NPD como uma modalidade de “resistência” é a tipologia das competições reconhecidas oficialmente. Qualquer uma das provas da natação desportiva solicita com maior ou menor grau os três sistemas de produção de energia (Aeróbio, Anaeróbio Lático e Anaeróbio Alático), dependendo a sua utilização

da duração de cada prova, partindo do pressuposto que são sempre nadadas na máxima intensidade. No entanto mesmo a prova mais curta supõe uma participação uma participação bioenergética aeróbia importante.

Tabela II.1 - Estimativas da contribuição energética, anaeróbia e aeróbia, durante períodos de exercícios maximais (adaptado de Gastin, 2001).

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

Tabela II.2 – Contribuição de cada sistema energético em distâncias competitivas do estilo livre em nadadores de elite, obtido por simulação informática (adaptado de Rodríguez & Mader, 2011).

Distância	Tempo (min:ss)	Anaeróbio Alático (%)	Anaeróbio Láctico (%)	Aeróbio (%)
50m	0:22.0	38	58	4
100m	0:48.0	20	39	41
200m	1:45.0	13	29	58
400m	3:45.0	6	21	73
800m	7:50.0	4	14	82
1500m	14:50.0	3	11	86



## 2. O Treino em Natação Pura Desportiva (NPD)

“Treino é um processo complexo de adaptação do organismo a todas as cargas funcionais progressivas, a maiores exigências de manifestação da força, da velocidade, da resistência, da flexibilidade, da coordenação e habilidades, a esforços volitivos e tensões psíquicas mais elevadas e a muitas outras exigências da atividade desportiva.” (Ozolín, 1983).

O sucesso em desporto pressupõe a progressão no aumento gradativo da sobrecarga. Segundo Maglischo (1993), os nadadores não podem treinar nas mesmas velocidades semana após semana esperando um aumento na performance. As diferentes capacidades físicas (resistência, velocidade, força, etc), devem ser aumentadas gradualmente durante o plano de preparação promovendo uma sobrecarga progressiva.

Os processos fisiológicos que serão mais influenciados serão os que mais estimulados foram no treino. De acordo com (Maglischo 1993), um treino deve ser específico ao ponto de:

- As maiores adaptações ocorrerem no sistema muscular;
- Somente as fibras musculares usadas durante o treino sofrem a adaptação ao máximo;
- Nadar um determinado estilo (livre, costas, bruços e mariposa), no treino é a única forma de produzir as adaptações em todas as fibras musculares que são usadas no estilo nadado.
- O atleta deve utilizar a resistência e a velocidade na técnica/estilo em que vai competir.

### 2.1. A Carga de Treino em NPD

A carga como elemento central do sistema de treino, compreende em sentido amplo o processo de confrontação do desportista com as exigências das tarefas que lhe são apresentadas durante o treino, com o objetivo de otimizar o rendimento desportivo (Navarro, 1991).

A carga de treino segundo Navarro (1991) é definida por quatro vertentes fundamentais, a natureza, a magnitude, a orientação e a organização.

A magnitude da carga é a característica quantitativa do estímulo utilizado no treino e está determinada pela importância do volume, duração e intensidade do treino que é exigido aos atletas (Verjoshanskij, 1990; citado por Navarro, 1991).

### 2.1.1. Quantificação da Magnitude da Carga de Treino

É através do treino que se pode melhorar e aperfeiçoar as capacidades fundamentais para o esforço requerido durante uma competição.

De acordo com os objetivos de cada treino, assim existem zonas de intensidade diferentes que são determinadas pela carga de treino.

Segundo Rama (2004), as zonas de intensidade de treino, derivam de vários fatores como a velocidade de nado (externo), a lactatémia (interno), a frequência cardíaca (interno) e processo de fornecimento de energia requerida pelo esforço (interno).

Tabela II. 3 - Zonas de intensidade, objetivos, a velocidade média das tarefas, provável acumulação de lactato, e os índices de dificuldade para o treino de natação (Rama, L. e Teixeira, A. 2004).

<b>Zonas de Intensidade</b>	<b>Zonas de Treino</b>		<b>Velocidade</b>	<b>Lactatémia (mmol.-1<sup>-1</sup>)</b>	<b>Índice Dificuldade</b>
<b>I</b>	Aquecimento/Recuperação		Até 60%	< 2	1
<b>II</b>	Aeróbio	Ligeiro (A1)	Até 70%	2 – 3	2
<b>III</b>		Moderado (A2)	80%	3 – 4	3
<b>IV</b>		Intenso (A3)	85%	6 – 9	4
<b>V</b>	AnaeróbioLático	Tolerância Láctica (TL)	90%	> 8	6
<b>VI</b>		Máxima Produção	95%	> 8	8

		de Lactato (MPL)			
<b>VII</b>	Anaeróbio Alático	Velocidade	Máxima	-	10

O volume nadado em cada zona de intensidade de treino pode ser quantificado permitindo definir a carga de treino a que a nadador é sujeito. Esta quantificação da magnitude da carga de treino é feita a partir da obtenção do rácio do somatório dos volumes nadados em cada zona de intensidade multiplicado por o respetivo índice de dificuldade e o total do volume cumprido. Rama e Teixeira (2017) estabeleceram os índices de dificuldade adaptados de Mujika e colaboradores (1995) com base nos prováveis valores de acumulação de lactato que normalmente são associados às diferentes tarefas realizadas no treino de natação. Assim os fatores de intensidade (índices de dificuldade) 1, 2, 3, 4, 6, 8, e 10 são associados com o volume realizado em cada zona de intensidade.

A carga de treino é um aspeto crucial no desenvolvimento e no desempenho dos nadadores. O estudo aborda o uso de escalas de perceção de esforço, como a Escala de Borg, como um método subjetivo para avaliar a intensidade do treino. Esta escala permite que os nadadores avaliem a sua própria perceção em relação à sessão de treino realizada. Durante 26 semanas de treino, foram utilizadas escalas de perceção de esforço nos vários microciclos semanais de treino. Foi encontrada uma correlação positiva entre a carga de treino e a perceção do esforço. Nas sessões de treino mais intensos, os nadadores avaliaram a sua perceção de esforço em valores mais elevados. O mesmo aconteceu entre microciclos, em que relataram uma maior perceção de esforço nas semanas em que foram sujeitos a uma carga de treino mais elevada. Deste modo, entenderam que a perceção subjetiva do esforço dos nadadores pode fornecer informações valiosas sobre a intensidade e a adaptação ao treino, permitindo aos treinadores avaliar e ajustar adequadamente a carga de treino na procura da otimização do desempenho do nadador.

### 3. A Utilização da Frequência Cardíaca no Âmbito do Controlo do Treino

A frequência cardíaca é um mecanismo simples, mas informativo 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 da carótida. No entanto, a frequência cardíaca pode ser influenciada por diversos fatores que levam a que se cometam erros na sua medição (Wilmore & Costill, 1994). São referidas quatro categorias da frequência cardíaca utilizadas para a monitorização do treino, sendo elas a frequência cardíaca de repouso, a frequência cardíaca máxima, a frequência cardíaca submáxima e a frequência cardíaca de recuperação (Maglischo, 2003).

A frequência cardíaca de repouso para atletas situa-se entre os 28 e os 40 batimentos por minuto (bpm), enquanto no caso dos indivíduos não treinados, normalmente se situa entre os 60 e os 80 bpm (Wilmore & Costill, 1994). O treino causa a redução da frequência cardíaca de repouso, sendo mais evidente nas primeiras semanas de treino, em que se pode reduzir um batimento por semana. Esta redução em esforços submáximos significa uma melhoria do volume sistólico (Rama, 1997).

A frequência cardíaca máxima para a maioria dos atletas varia entre os 175 e os 220 bpm (Maglischo, 2003). Esta categoria da frequência cardíaca não varia consideravelmente com o treino, no entanto existem autores que defendem que esta tem uma ligeira descida após um período intensivo de treino aeróbio (Wilmore & Costill, 1994).

A frequência cardíaca retirada após um esforço submáximo é um bom método para determinar a intensidade de treino (Maglischo, 2003). A frequência cardíaca registada quando os nadadores nadam a velocidades submáximas tende a baixar cerca de 10 a 20 bpm após as primeiras semanas de treino, sendo um bom indicador da melhoria da capacidade aeróbia, no entanto há que ter muito cuidado na medição normal da frequência cardíaca durante e após os exercícios, pois podem-se cometer erros facilmente (Maglischo, 2003).

De referir a utilização da distância de 200m máximos, para determinar a FC máxima em natação.

## 4. Variabilidade da Frequência Cardíaca

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) é a oscilação no intervalo entre batimentos cardíacos consecutivos, isto é, a oscilação entre frequências cardíacas instantâneas consecutivas. O termo “Variabilidade da Frequência Cardíaca” é, deste modo, usado para descrever as modificações que ocorrem entre consecutivos batimentos cardíacos (Tarvainen & Niskanen, 2005), sendo uniforme que quando a frequência cardíaca está relativamente estabilizada, o tempo entre dois batimentos (R – R) pode variar substancialmente. A variação do tempo entre os batimentos define a variabilidade da frequência cardíaca (Achten & Jeunckendrup, 2003).

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) é um marcador quantitativo da atividade do Sistema Nervoso Autónomo (Tarvainen, Ranta-aho, & Karjalainen, 2002). A VFC é usada na pesquisa cardiovascular e em outras áreas relacionadas com a saúde e bem-estar. A VFC é, por exemplo, afetada pelo stress, doenças cardíacas e outros estados patológicos (Tarvainen, Niskanen, Lipponen, Ranta-aho, & Karjalainen, 2014). O SNA está relacionado com a regulação dos diferentes sistemas corporais. Estes sistemas geralmente funcionam sem a intervenção voluntária e conscientemente. O SNA subdivide-se em ramos, o ramo Simpático e o Parassimpático.

A medição da variabilidade da frequência cardíaca tem vindo a assumir um papel importante no domínio clínico e no controlo do treino como uma metodologia não invasiva, sensível à influência do sistema nervoso autónomo sobre o funcionamento cardíaco.

Este marcador fisiológico pode ser útil para monitorizar a adaptação ao treino dos atletas. A monitorização diária das respostas fisiológicas ao treino e competição, permite aos treinadores e cientistas do desporto gerirem as cargas de treino da forma mais adequada para cada atleta. A VFC traduz a resposta do sistema nervoso autónomo, isto é, reflete a adaptação fisiológica do indivíduo ao programa de treino. Deste modo, a VFC é um potencial marcador para a monitorização do treino do atleta. A recolha de dados diária da VFC e a análise desses valores, permite aos treinadores avaliar as alterações do estado de fadiga e recuperação do atleta, auxiliando o treinador a realizar ajustes mais precisos à prescrição do treino (Flatt, Esco, Nakamura, & Plews, 2017). Existem estudos que demonstram a relação entre a variabilidade da frequência cardíaca, a carga de treino e os resultados desportivos, nomeadamente em nadadores. Num dos estudos que demonstra a

existência de relação entre a VFC e a carga de treino ou o resultado desportivo dos atletas, foram analisados 13 nadadores (4 femininos e 9 masculinos) franceses de nível competitivo nacional e internacional. Neste estudo, cuja duração totalizou 34 semanas, os autores verificaram que os nadadores obtiveram resultados desportivos elevados quando a atividade autónoma e parassimpática era elevada, e em contrapartida, os resultados desportivos pioravam, quando a atividade autónoma e parassimpática diminuía, levando à conclusão que, uma elevada atividade parassimpática durante o período de “Taper”, pode ser um fator determinante na performance dos nadadores. Neste estudo, os autores não encontraram diferenças significativamente estatísticas na comparação das variáveis do domínio da frequência em termos absolutos ( $ms^2$ ), mas quando comparados os valores em unidades normalizados (nu), estes encontraram diferenças significativas nas variáveis do domínio da frequência. Outro estudo que acompanhou nadadores adolescentes de nível nacional durante 11 semanas de treino, utilizou recolhas diárias da VFC após o acordar, durante o sono e após o treino. Neste estudo a comparação de dia para dia da VFC não se correlacionou significativamente com o volume do treino ou a duração do sono. (Kamandulis et al., 2020).

#### 4.1. Prevenção da Inadaptação ao Treino

A previsibilidade da tolerância dos atletas aos diferentes estímulos de treino constituem a base do planeamento e periodização (Bompa, 1999; Verkoshansky, 1982; Issurin, 2008). Uma percentagem importante do treino realizado por atletas de modalidades de resistência ocorre em zonas de elevada intensidade, interpolada por períodos de intensidade mais baixa, mas de volume elevado. O desenvolvimento da capacidade de rendimento é um equilíbrio difícil entre o treino excessivo e insuficiente. O controlo da resposta do sistema autónomo, parece constituir uma ferramenta interessante no controlo da adaptação ao estímulo de treino (Buchheit, 2014), sendo por isso de valor inestimável na prevenção da inadaptação do atleta ao processo de treino, antecipando estados indesejáveis para a obtenção de resultados desportivos elevados. Salienta-se a importância dos indicadores psicológicos sugeridos por Halson et al. (2002) e Snyder (1993), nomeadamente a deterioração dos estados de humor e a ocorrência de queixas por parte dos atletas, por exemplo cansaço, como instrumentos preventivos da sobrecarga e da inadaptação.

## 4.2. Interesse e Aplicabilidade da VFC no âmbito do Controlo da Carga e da Adaptação ao Treino

A medição da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) é um método convencional de avaliação não invasivo que permite monitorizar as adaptações individuais de atletas ao treino. Através deste método indireto, é possível detetar as alterações do Sistema Nervoso Autónomo em resposta à carga de treino, método que tem vindo a crescer de popularidade. A relação entre a VFC e a carga de treino é demonstrada em alguns estudos. Porém, a maior parte dos estudos é realizada com amostras de atletas de classes de lazer ou atletas bem-treinados, havendo ainda poucos estudos realizados com atletas de elite. Os estudos existentes com atletas de elite apresentam resultados contraditórios sugerindo que, por exemplo, tanto incrementos como decréscimos na VFC estão associados a adaptações negativas ao treino (Plews, Laursen, Stanley, Kilding, & Buchheit, 2013).

No caso da Natação Pura Desportiva (NPD), modalidade em que o presente estudo se insere, ainda são raros os estudos realizados. Contudo, o interesse neste tema, no âmbito do controlo da carga e da adaptação ao treino, tem vindo a crescer, sendo visto como uma importante ferramenta para auxiliar a melhoria dos métodos de treino de forma a otimizar o desempenho desportivo e consequente resultado desportivo (Koenig et al., 2014).

A influência de diferentes cargas de treino, sejam baixas, moderadas ou intensas, originam respostas diferenciadas da VFC. Independentemente do historial de treino dos atletas, após serem sujeitos a cargas de treino moderadas ou intensas, apresentam incrementos ou decréscimos nos parâmetros da VFC. Deste modo, numa determinada etapa de preparação com carga de treino moderada, os atletas veem a sua VFC aumentar e quando são sujeitos a cargas de treino muito intensas, os índices de VFC apresentam um decréscimo (Plews & Laursen, 2017)

Um estudo de VFC em triatletas de elite, foram comparados os valores de variabilidade da frequência cardíaca em dois triatletas de elite com níveis semelhantes de desempenho, mas com diferentes históricos de treino. Os resultados mostraram que o triatleta com maior variação na variabilidade da frequência cardíaca apresentava uma capacidade aeróbia superior e melhores desempenhos competitivos em comparação com o outro atleta. Isto sugere que a variação na variabilidade da frequência cardíaca pode

desempenhar um papel importante na monitorização da carga de treino e na otimização do desempenho competitivo (Plews & Larsen, 2017).

Outro estudo com atletas de elite em modalidades de resistência, abordou a relação entre a adaptação ao treino e a VFC em 24 atletas de elite de durante um período de 3 meses. Os atletas foram submetidos a uma bateria de testes, incluindo recolhas de VFC, para monitorizar as adaptações fisiológicas ao treino. Os resultados indicaram que a adaptação ao treino, nomeadamente as alterações do desempenho competitivo, estavam relacionados com as alterações na VFC. Os atletas que demonstraram melhorias significativas no desempenho também apresentaram aumentos na VFC. Além disso, os atletas que mostraram uma VFC basal mais elevada no início do estudo também apresentaram maiores melhorias no desempenho ao longo do tempo. Os autores concluíram que a VFC pode ser uma ferramenta eficaz para monitorizar a adaptação ao treino em atletas de modalidades de resistência. O aumento da VFC parece estar associado a melhorias no desempenho competitivo, sugerindo que a monitorização regular pode ajudar os treinadores a ajustar as cargas de treino de forma mais precisa e individualizada. Quando são, posteriormente, submetidos a uma redução substancial da carga de treino, como por exemplo no período de *taper*, a fase da preparação que antecede uma competição importante em que se pretende que o atleta atinja o seu pico de forma, observa-se o restabelecimento dos índices de VFC para valores normais e posteriormente um aumento desse índice (Plews, Laursen, Meur, et al., 2013).

### 4.3. A análise da VFC em Recolha de Curta Duração

As recolhas de curta duração são uma hipótese válida para analisar a VFC da frequência cardíaca em atletas. Este procedimento é uma ferramenta útil para os treinadores em ambiente de treino. É proposto que após um minuto de estabilização, uma recolha no minuto subsequente apresenta valores aproximados à recolha critério de 5 minutos (Nakamura et al., 2015).

Um estudo que investigou a associação entre indicadores subjetivos do estado de recuperação e a variabilidade da frequência cardíaca em nadadores de sprint de nível de 1ª divisão universitária. Foram recolhidos dados de 16 nadadores durante uma época desportiva. Os nadadores foram submetidos a recolhas de variabilidade da frequência cardíaca e responderam a questionários subjetivos sobre o estado de recuperação. Os questionários avaliaram a perceção dos atletas sobre a qualidade do sono, fadiga, estresse



e dor muscular. Os resultados do estudo mostraram uma correlação significativa entre os indicadores subjetivos do estado de recuperação e a variabilidade da frequência cardíaca dos nadadores. Os nadadores que relataram maior qualidade do sono, menor fadiga, menor estresse e menos dor muscular apresentaram maior variabilidade da frequência cardíaca, indicando um estado de recuperação mais favorável. Estas descobertas sugerem que as recolhas de curta duração da variabilidade da frequência cardíaca pode ser uma ferramenta valiosa na monitorização e controlo do treino (Flatt, Esco & Nakamura, 2018).

## 5. Apresentação do Problema

A literatura de referência aponta a duração de 5 minutos como o tempo mínimo de recolha da Frequência Cardíaca para a análise da VFC de curta duração (Task-Force, 1996). O presente estudo pretende verificar a consistência e validade de recolhas de duração mais curta para análise da VFC em ambiente de treino com jovens nadadores com o objetivo de controlar a resposta de jovens nadadores à carga de treino.

## 6. Objetivos do Estudo

### 6.1. Objetivo Geral

O estudo pretende avaliar a consistência e validade da resposta da VFC na posição sentado numa recolha de curta duração de 6 minutos e comparar com os valores determinados em parcelas de duração inferior.

### 6.2. Objetivos Específicos

- 6.2.1. O estudo pretende comparar valores obtidos no segundo minuto de recolha com os valores obtidos durante cinco minutos de recolha, excluindo o primeiro minuto dessa mesma recolha.
- 6.2.2. O estudo pretende verificar se existe correlação entre a VFC pós treino e a carga aplicada na respetiva sessão de treino.
- 6.2.3. O estudo pretende verificar se existem diferenças entre sexos no que diz respeito à VFC, pré e pós treino.

## CAPÍTULO III – METODOLOGIA

---

### 1. Caracterização da Amostra

A amostra do estudo é composta por 12 jovens atletas praticantes de Natação Pura Desportiva do escalão infantil de bom nível competitivo, sendo 8 nadadores do género masculino e 4 nadadores do género feminino com média de idades de 12,49 ( $\pm 0,40$ ) anos. Todos os nadadores pertencem ao mesmo nível de exigência de treino. Inicialmente a amostra continha 13 sujeitos, tendo um dos sujeitos sido retirado por revelar um comportamento de *outlier*.

Para caracterização da amostra foi feita a caracterização cineantropométrica e de composição corporal.

#### 1.1. Avaliação cineantropométrica

##### 1.1.1. Variáveis antropométricas

Para caracterização da amostra do estudo, foram realizadas as medições de estatura, altura sentado, envergadura, comprimento de membros superiores, comprimentos e larguras de mãos e pés e os diâmetros bi-acromial e bi-íliocristal. As medições foram realizadas de acordo com as orientações concordantes com Marfell-Jones e colaboradores. Seguindo as normas da International Society for the Advancement of Kinanthropometry, uma entidade dedicada ao avanço e padronização das técnicas de medição antropométrica. Foram usadas as normas internacionais para a medição das variáveis antropométricas mencionadas.

#### 1.2. Maturação Biológica

Foi estimada a maturação dos indivíduos com recurso à equação Maturity Offset Prediction (Mirwald, G. Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002), com utilização dos dados da idade decimal (IC), massa corporal (MC), estatura (E), altura sentado (AS) e comprimento de MI (CMI).

Equação para cálculo da maturação em indivíduos do sexo masculino:

$$\text{MOFFS} = -9,236 + [0,0002708 * (\text{CMI} * \text{AS})] + [(-0,001663 * (\text{IC} * \text{CMI}))] + [(0,007216 * (\text{IC} * \text{AS}))] + (0,02292 * \text{MC/E}).$$

*Equação 1. (MOFFS) Maturity Offset, Idade Cronológica (IC), Estatura (E), Massa Corporal (MC), Altura Sentado (AS), Comprimento dos Membros Inferiores (CMI)*

Equação para cálculo da maturação em indivíduos do sexo feminino:

$$-9,376 + [0,0001882 * (\text{CMI} * \text{AS})] + [(0,0022 * (\text{IC} * \text{CMI}))] + [(0,005841 * (\text{IC} * \text{AS}))] - [0,002658 * (\text{IC} * \text{MC})] + (0,07693 * \text{MC/E}).$$

*Equação 2. Idade Cronológica (IC), Estatura (E), Massa Corporal (MC), Altura Sentado (AS), Comprimento dos Membros Inferiores (CMI)*

### 1.3. Variáveis neuromusculares de suporte em NPD

#### 1.3.1. Potência dos Membros Inferiores (MI)

Para caracterizar a funcionalidade dos membros inferiores dos sujeitos, foram realizados testes de potência de MI, saltos verticais. Foi avaliado na sua expressão contráctil, utilizando o Squat Jump (SJ) e na expressão elástica, utilizando o Countermovement Jump (Komi & Bosco, 1978), a partir do protocolo e instrumentação descrita por Bosco (1982). No Squat Jump (SJ), o executante coloca-se sobre a plataforma (Ergojump) com as mãos na cintura e o tronco direito, partindo de uma posição de flexão dos joelhos de cerca de 90° e executa um salto vertical a partir desta posição estática. No que diz respeito ao Countermovement Jump (CMJ), a diferença é na posição inicial, visto que o executante se coloca em cima da plataforma (Ergojump) com as mãos na cintura, com o tronco direito e as pernas estendidas. Após a posição inicial, executa uma flexão dos joelhos de aproximadamente 90°, seguida imediatamente por um salto vertical.

#### 1.3.2. Força de preensão manual

Para caracterizar a amostra, foi ainda realizado um teste físico simples que tem como objetivo a aferição da força máxima voluntária de preensão manual, o teste handgrip, utilizando um dinamómetro. No teste handgrip ou Força de preensão (kg), o executante encontra-se em pé com o membro superior em extensão ao longo do corpo,

com o dinamómetro na mão. O executante realiza flexão dos dedos da mão sobre o dinamómetro à intensidade máxima durante 5 segundos. Deverão ser realizadas 3 repetições com cada mão, sendo registado o valor mais elevado de cada uma das mãos. Este teste é realizado com recurso ao equipamento “Hand Dynamometer” da Lafayette®.

## 1.4. Valia Técnica

Em termos de valia técnica, a amostra foi caracterizada em dois momentos. No primeiro momento, foi seleccionada a melhor marca pontuação FINA de cada atleta. No segundo momento, foi registada a melhor pontuação FINA (<http://www.fina.org/content/fina-points>) da melhor prova realizada na competição que ocorreu no fecho do último microciclo de treino em que se baseou a recolha de dados para o presente estudo, comparando-se com a pontuação FINA dessa mesma prova antes da realização do estudo, registando-se a evolução percentual após a conclusão do estudo.

## 2. Cronograma do estudo

O estudo teve a duração de 4 semanas, que corresponderá a 4 microciclos de treino diferenciados, permitindo analisar a variabilidade da frequência cardíaca, antes e após o treino, de um total de 22 sessões de treino no primeiro Macro ciclo da época de uma equipa de infantis.

## 3. Controlo da Variabilidade da Frequência Cardíaca

A monitorização da frequência cardíaca foi feita através do uso de cardiofrequencímetros Polar Team 2, configurados para a aquisição batimento a batimento (R-R).

### 3.1. Aquisição do sinal R-R (eletrocardiográfico)

Para realizar a monitorização da frequência cardíaca foi necessário configurar os cardiofrequencímetros com a definição que permite a gravação batimento a batimento,

isto é, o registo dos intervalos R-R de batimentos cardíacos em milissegundos. Foi colocado um monitor de frequência cardíaca a cada atleta, e após a colocação destes, os nadadores permanecem na posição sentado durante 6 minutos de gravação. Os nadadores estiveram em ambiente controlado, em silêncio absoluto e imóveis, em que foi pedido que respirassem normalmente, evitando distrações, de forma a minimizar influências no ritmo cardíaco.

### 3.2. Análise do registo (R-R)

Após a recolha dos dados no terreno, os dados foram transferidos dos monitores de frequência cardíaca para suporte informático para posteriormente serem analisados. Os ficheiros eram descarregados com o recurso aos programas informáticos Polar Team no caso dos recetores deste modelo e, para os outros recetores, o programa Polar Pro Trainer 5. Os dados foram exportados desses programas e guardados em formato *hrm*, sendo, posteriormente, analisados com recurso ao programa informático Kubios HRV (versão 3.0).

Os dados fornecidos pelo programa referido foram avaliados em dois domínios, tempo e frequência.

Para o domínio tempo, a variável em análise foi a raiz quadrada da diferença média entre intervalos RR (RMSSD) tal como recomendado (Task-Force, 1996) e largamente utilizado em estudos com atletas (Buchheit, 2014; Nakamura et al., 2015; Plews, Laursen, Stanley, et al., 2013) No domínio da frequência, as variáveis em estudos foram as baixas frequências em valores absolutos (HFms2) e em valores normalizados (HFnu), as baixas frequências em valores absolutos (LFms2) e em valores normalizados (LFnu) e a relação entre as baixas frequências e as altas frequências (LF\HF). Todos os dados foram registados em grelha Microsoft Excel, sendo calculados, os valores do logaritmo natural da RMSSD (LnRMSSD), com o objetivo de normalizar os dados (Nakamura et al., 2017).

### 3.3. Procedimentos estatísticos

Foi calculado o poder estatístico do estudo através do software GPOWER (versão 3.1) tendo sido determinado à priori um valor beta de 0.9 para um effect size elevado de 0.7 e o valor de alfa de 0.05 para uma amostra de 12 sujeitos.

Após a recolha e leitura dos dados com recurso ao programa Kubios HRV, os mesmos foram analisados e tratados estatisticamente através dos programas Microsoft Excel e Statistical Package for Social Sciences – SPSS.

As variáveis controladas são apresentadas descritivamente pela média e desvio-padrão.

Foi realizada a análise da normalidade da distribuição através do teste Shapiro-Wilk. Quando a normalidade não é satisfeita, é utilizada estatística comparativa não paramétrica (Wilcoxon-Test ou Mann-Whitney). A análise correlativa foi feita através do coeficiente de correlação de Pearson ou do equivalente não paramétrico- Spearman-Rho. Adicionalmente será calculada a magnitude do efeito de acordo com o proposto por Cohen (1992). Todas as análises realizadas respeitam a probabilidade de  $p < 0.05$ .

## CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados das diversas variáveis estudadas.

### 1. Caracterização da Amostra

#### 1.1. Variáveis Cineantropométricas

As tabelas apresentadas seguidamente caracterizam a amostra do estudo relativamente às suas características cineantropométricas e de composição corporal.

**Tabela IV.1** – Caracterização da Amostra. Número de Sujeitos (N), Mínimo, Máximo, Média, Desvio Padrão (Estatura, Massa Corporal, Altura Sentado, Envergadura, Índice de Massa Corporal, Percentual de Gordura Corporal e Massa Livre de Gordura).

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média± Desvio Padrão	P
<b>Estatura (cm)</b>	Mas 8	152,1	170,8	161,5 ± 6,6	ns
	Fem 4	146,0	162,7	155,7 ± 6,7	
<b>Massa Corporal (kg)</b>	Mas 8	36,8	65,4	50,4 ± 10,8	ns
	Fem 4	35,6	54,0	46,0 ± 6,7	
<b>Altura Sentado (cm)</b>	Mas 8	73,0	89,0	82,3 ± 3,9	ns
	Fem 4	76,0	85,1	80,8 ± 4,7	
<b>Envergadura (cm)</b>	Mas 8	154,2	179,8	165,1 ± 7,7	ns
	Fem 4	154,2	164,1	157,3 ± 5,2	
<b>IMC (kg.m<sup>-2</sup>)</b>	Mas 8	15,9	23,1	19,1 ± 2,7	ns
	Fem 4	16,7	20,4	18,9 ± 1,4	
<b>PGC (%)</b>	Mas 8	6,3	21,2	13,1 ± 5,1	*
	Fem 4	17,8	27,1	22,1 ± 3,4	
<b>MLG (kg)</b>	Mas 8	32,8	55,9	43,6 ± 8,9	ns
	Fem 4	29,3	39,3	35,7 ± 3,9	

p: valor de significância; ns: não significativo; \*: p<0.05

Verificada a caracterização da amostra, como seria esperado, os sujeitos do sexo masculino apresentam valores de média superiores mas não significativas para todas as variáveis, excetuando a percentagem de gordura corporal (PGC), (t=-2,889; p=0,01), onde os indivíduos do sexo masculino apresentam valores de média inferiores aos indivíduos do sexo feminino. Esta proximidade de valores cineantropométricos resulta de um valor maturacional equivalente como de seguida demonstramos.

## 1.2. Maturação Biológica

A tabela apresentada caracteriza a amostra do estudo relativamente ao seu estágio maturacional.

**Tabela IV.2** – Caracterização da Amostra. Maturity Offset Prediction (Mirwald, G. Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002).

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	p	
Maturity Offset	Masc	8	-1,87	0,26	-0,93 ± 0,64	0,461
	Fem	4	-2,22	0,23	-0,70 ± 0,92	

No que diz respeito à maturação biológica, os valores apresentados são reveladores de não existirem diferenças entre sexos no estágio maturacional.

## 1.3. Variáveis Funcionais Gerais

As tabelas apresentadas seguidamente caracterizam a amostra do estudo relativamente às suas características funcionais gerais.

**Tabela IV.3** – Caracterização da Amostra. Potência dos Membros Inferiores. Teste Teste Squat Jump (SQ) e Countermovement Jump (CMJ).

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	p	
SJ (cm)	Mas	8	25,0	42,6	32,53 ± 6,68	0,01
	Fem	4	20,3	27,3	23,80 ± 2,86	
CMJ (cm)	Mas	8	24,7	43,1	33,31 ± 6,86	ns
	Fem	4	25,7	40,6	30,63 ± 6,84	

No que diz respeito à potência dos membros inferiores, os nadadores masculinos apresentam valores superiores. No que diz respeito ao Countermovement Jump (CMJ) a diferença não atinge significado estatístico, já no Squat Jump (SJ), o valor do grupo masculino é superior ( $t=3,160$ ;  $p=0,01$ ).

**Tabela IV.4** – Caracterização da Amostra. Força Máxima Voluntária de Preensão Manual. Teste Handgrip – Membro Superior (MI) Direito e Membro Superior (MS) Esquerdo.

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	p
Masc	8				ns
Fem	4				ns



Não se verificaram diferenças entre membros (bilateral), no que diz respeito à força máxima voluntária de preensão manual. Considerando o valor médio mais elevado, os nadadores do sexo masculino apresentam valores muito superiores ao sexo feminino ( $t=2,375$ ;  $p=0,039$ )

## 1.4. Valia Técnica

A tabela apresentada de seguida caracteriza a amostra do estudo relativamente à valia técnica na modalidade específica, NPD e à evolução da amostra no que diz respeito ao desempenho. Esta caracterização teve por base a tabela de pontuação da FINA.

**Tabela IV.5** – Caracterização da Amostra. Valia Técnica. Prova Mais Pontuada pela Tabela da FINA. Evolução registada durante o estudo.

Variáveis		N	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	p
<b>Prova Mais Pontuada (Pontos FINA)</b>	Masc	8	204	487	327,5 ± 91,6	ns
	Fem	4	347	391	364,0 ± 21,7	
<b>Evolução (%)</b>	Masc	7	99,5	162,6	123,8 ± 25,1	ns
	Fem	3	104,0	205,3	163,0 ± 43,0	

No que diz respeito à valia técnica dos nadadores, os nadadores do sexo feminino apresentam valores de média de pontuação FINA superiores aos nadadores do sexo masculino. O valor do desvio-padrão no sexo feminino é inferior, demonstrando que é um grupo mais homogéneo. No entanto, o valor máximo apresentado em termos de pontuação FINA pertence a um nadador do sexo masculino. Não existem diferenças estatisticamente significativas entre sexos no que diz respeito à valia técnica. Já no que diz respeito à evolução desportiva que se registou entre o início e o fim do estudo, os nadadores do sexo feminino apresentaram maior percentagem de evolução média nas suas marcas.

## 1.5. Carga de Treino

Os dados foram recolhidos durante 4 microciclos de treino num total de 22 sessões de treino, culminando numa competição. O volume apresentado é o total de metros nadados por cada atleta.

**Tabela IV. 6** – Caracterização dos Microciclos de Treino em Volume e Intensidade.

<b>Microciclo</b>	<b>Volume (km)</b>	<b>Intensidade (<math>\Sigma</math> UAC)</b>
<b>1</b>	22,033 $\pm$ 4,090	9,483 $\pm$ 1,897
<b>2</b>	24,325 $\pm$ 4,328	9,296 $\pm$ 1,755
<b>3</b>	20,333 $\pm$ 5,980	8,668 $\pm$ 2,597
<b>4</b>	13,791 $\pm$ 3,371	6,652 $\pm$ 1,606
<b>Média<math>\pm</math>DP</b>	20,112 $\pm$ 4,442	8,525 $\pm$ 1,964

Os valores apresentados são similares aos constantes no Plano de Carreira da Federação Portuguesa de Natação para a categoria de Infantis. O Plano de Carreira instituído pressupõe 5 a 6 sessões semanais com volumes de treino entre os 3,5km e os 4,2km por sessão, significando um volume semanal entre os 17,5km e os 25,2km. O volume médio semanal de treino realizado pelos atletas deste estudo encontra-se dentro deste intervalo conforme apresentado na tabela anterior.

## 2. Variabilidade da Frequência Cardíaca

### 2.1. Análise dos resultados da LnRMSSD obtidos no minuto de recolha comparados com os valores obtidos durante cinco minutos.

**Tabela IV. 7** – Valores de estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo) dos valores de LnRMSSD1 e LnRMSSD5 no Pré-Treino e análise comparativa respetiva significância.

<b>Variáveis</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-Padrão</b>	<b>p</b>
<b>LNRMSSD_1 Pré-Treino</b>	209	2,175	6,490	3,97654	0,652746	P=0,222
<b>LNRMSSD_5 Pré-Treino</b>	209	2,739	5,708	3,99073	0,576235	

**Tabela IV. 8** – Valores de estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo) dos valores de LnRMSSD1 e LnRMSSD5 no Pós-Treino e análise comparativa, e respetiva significância.

<b>Variáveis</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-Padrão</b>	<b>p</b>
<b>LNRMSSD_1 Pós-Treino</b>	209	0,795	6,236	3,42649	0,994406	P=0,000
<b>LNRMSSD_5 Pós-Treino</b>	208	1,479	6,097	3,64969	0,880632	

Quando comparadas as médias de LnRMSSD1 e LnRMSSD5, nos momentos distintos da recolha, Pré-Treino e Pós-Treino, o mesmo teste demonstra que as médias de LnRMSSD1 e LnRMSSD5 não apresentam diferenças ( $p=0,222$ ), mas, no Pós-Treino, apresentam diferenças ( $p=0,000$ ). Na análise correlativa (Spearman-rho) entre LnRMSSD1 e LnRMSSD5, de acordo com o momento da recolha, tanto LnRMSSD1 e LnRMSSD5 Pré-Treino e LnRMSSD1 e LnRMSSD5 Pós-Treino, estas apresentam fortes correlações positivas, respetivamente. ( $r=0,824$ ,  $p=0,000$ ) e ( $r=0,876$ ,  $p=0,000$ ),

## 2.2. Correlação entre a VFC Pós-Treino e a carga aplicada na respetiva sessão de treino.

**Tabela IV. 9** – Correlação entre LnRMSSD1 Pós Treino e a Carga de Treino (Volume e UAC) (Spearman's rho).

	VOL		UAC	
	r	s	r	s
<b>LNRMSSD_1</b>	-0,076	ns	-0,193**	0,005
<b>N</b>	209			

\*\* $P < 0,01$

As correlações do LnRMSSD1 Pós Treino com o volume de treino (VOL) e a intensidade de treino (UAC), demonstram que o LnRMSSD1 não tem correlação significativa com o volume de treino (VOL) ( $r = -0,076$ ,  $p = 0,276$ ) mas tem uma correlação inversamente significativa com a **intensidade** do treino (UAC) ( $r = -0,193$ ,  $p = 0,005$ ).

**Tabela IV. 10** – Correlação entre VarPREPOS\_1 Pós e a Carga de Treino (Volume e UAC) (Spearman's rho).

	VOL		UAC	
	r	s	r	s
<b>VarPREPOS_1</b>	0,101	ns	-0,215**	0,002
<b>N</b>	208			

\*\* $P < 0,01$

Quando correlacionamos a o volume de treino (VOL) e a intensidade (UAC) com a diferença entre os valores de LnRMSSD1 de Pré-Treino e Pós-Treino (VarPREPOS\_1), identificamos que a correlação se intensifica,

Utilizando todas a medições efetuadas a análise correlativa das recolhas de 1 minuto e 5 minutos mostra uma correlação elevada com associação forte ( $r=0,856$ ,  $p<0,001$ ).

### 2.3. Resposta da VFC considerando o sexo

**Tabela IV. 11** - Valores de estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo) dos valores de LnRMSSD1 e LnRMSSD5, em função do sexo, análise comparativa e respetiva significância.

Variáveis	SEXO	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	P
LNRMSSD_1	Masculino	273	0,795	6,490	3,64820	0,861516	p=0,052
	Feminino	145	1,505	6,236	3,80189	0,919703	
LNRMSSD_5	Masculino	273	1,479	6,097	3,73064	0,751571	p=0,01
	Feminino	144	2,272	5,708	3,99119	0,755775	

A análise ao valor de LnRMSSD independente do momento de recolha revela que, na comparação entre sexos, os valores médios de LnRMSSD1 não mostram diferenças embora se encontrem na marginalidade da significância ( $p=0,052$ ). No entanto o valor médio de LnRMSSD5 demonstra diferenças claras entre sexo ( $p<0,01$ ). Isto é, considerando a variável sexo não verificam diferenças na recolha de 1 minuto, mas verifica-se a existência de diferenças na análise da recolha de 5 minutos.

**Tabela IV. 12** - Valores de estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo) dos valores de LnRMSSD1 e LnRMSSD5, em momentos distintos, Pré-Treino e Pós-Treino, de acordo com o sexo, análise comparativa e respetiva significância.

Variáveis	SEXO	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	P
LNRMSSD_1 Pré-Treino	Masculino	136	2,264	6,490	3,91382	0,608868	p=0,014
	Feminino	73	2,175	5,802	4,09338	0,717300	
LNRMSSD_5 Pré-Treino	Masculino	136	2,793	5,687	3,91835	0,570268	p=0,007
	Feminino	73	2,739	5,708	4,12558	0,566707	
LNRMSSD_1 Pós-Treino	Masculino	137	0,795	5,838	3,38452	0,987842	P=0,478
	Feminino	72	1,505	6,236	3,50635	1,008876	

<b>LNRMSSD_5</b>	Masculino	137	1,479	6,097	3,54431	0,858308	P=0,015
<b>Pós-Treino</b>	Feminino	71	2,272	5,423	3,85303	0,893500	

Ao dividir a análise em Pré-Treino e Pós-Treino, é possível verificar que no Pré-Treino, as médias de LnRMSSD1 e LnRMSSD5 mostram-se diferentes entre sexos ( $p=0,014$  e  $p=0,007$ ). No caso do Pós-treino, as médias LnRMSSD1 não se mostram diferentes entre sexos ( $p=0,478$ ) mas as médias LnRMSSD5 são diferentes ( $p=0,015$ ). Deste modo, ao analisar as recolhas de Pré-Treino e Pós-Treino separadamente, concluímos que, no Pré-Treino, quando a VFC é mais estável, existem diferenças entre sexos, tanto em LnRMSSD1 como em LnRMSSD5. No entanto, no Pós-Treino, não existem diferenças entre sexos na análise LnRMSSD1.

## CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

---

### 1. Análise dos resultados da LnRMSSD obtidos no minuto de recolha comparados com os valores obtidos durante cinco minutos.

O presente estudo revelou que as recolhas de curta duração são úteis na avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca. Os dados das recolhas de curta duração em 1 minuto de recolha e 5 minutos de recolha revelam-se importantes na monitorização do treino. Antes do treino as recolhas de 1 minuto e 5 minutos não apresentam valores diferentes. No pré-treino, o LnRMSSD não revelou diferenças em ambos os sexos. Este é um resultado importante porque estes parâmetros são normalmente utilizados como marcadores da atividade parassimpática e mostram que, antes do treinamento, este ramo autonômico do SNA é relativamente estável, permitindo registos de diferentes durações para obter resultados semelhantes. Isso já foi apoiado por estudos com sujeitos de diversas modalidades desportivas (Nakamura et al, 2015, 2017)

Na resposta aguda, após o treino, as variáveis revelaram diferenças significativas, tornando questionável a recolha de curta duração. Este era um resultado esperado devido à recuperação da frequência cardíaca em curto prazo que ocorre após uma sessão de treino, causando diferenças entre as recolhas de 1 minuto e 5 minutos (Buchheit, Laursen & Ahmaidi, 2007).

### 2. Correlação entre a VFC Pós-Treino e a carga aplicada na respetiva sessão de treino.

O volume de treino não parece influenciar a resposta do sistema nervoso autónomo do indivíduo em termos de VFC, enquanto em relação à intensidade do treino, essa influência está presente. Tal como observado noutros estudos, à medida que a intensidade de treino aumenta, a VFC diminui. A correlação não é muito forte, o que comprova outros estudos, confirmando que as respostas da VFC ao exercício são bastante individuais.

Foi possível estabelecer correlações significativas entre as recolhas de 1 minuto da VFC e a carga de treino no período de quatro semanas do estudo. Quando olhamos para o volume e intensidade do treino, a intensidade mostrou correlações maiores e mais fortes

com os parâmetros da VFC. Isso indica que a intensidade do treino afeta mais o sistema nervoso autónomo do que o volume de treino. A correlação inversa da VFC com a intensidade do treino é confirmada por diversos estudos.

A maioria dos atletas teve os seus melhores desempenhos na competição após o estudo e, embora o crescimento possa desempenhar um papel importante nos desempenhos nessas idades, as flutuações em LnRMSSD1 aumentam nas primeiras 3 semanas e diminuem na última, estando em linha com estudos em nadadores (Perini et al., 2006) ou de modalidades de resistência (Kaikkonen et al., 2008) onde essas flutuações são indicativas da realização do desempenho ótimo.

### 3. Resposta da VFC considerando o sexo

Separando os dados por sexo, as raparigas não apresentaram correlações significativas. Ao contrário de um estudo anterior, dividir os dados por semana mostrou apenas algumas correlações entre VFC e carga de treino, principalmente na primeira semana do estudo no que diz respeito aos rapazes (Nieto-Jiménez et al., 2020). A alta variação inter e intraindividual deste tipo de variáveis e o baixo número de sujeitos podem estar a prejudicar o poder estatístico dos resultados, sendo uma possível explicação para a falta de correlações considerando o sexo.

## CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

Quando analisada apenas a variabilidade pré-treino verifica-se que não existem diferenças entre 1 minuto e 5 minutos. Os valores de 1 minuto e 5 minutos apresentam diferenças no Pós-Treino. Isto pode ser explicado pelo mecanismo de recuperação da frequência cardíaca pós treino.

Poderão ser feitos outros estudos nesta temática, devendo o número de sujeitos ser mais equilibrado entre sexos, de forma a ter conclusões mais fiáveis.



## CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Alves, F. (2000). O treino de Resistência e as Zonas de Intensidade. Caderno técnico de Natação, 8. Oeiras: Direcção Técnica Nacional da Federação Portuguesa de Natação.
- Barbosa TM, Bragada JA, Reis VM, Marinho DA, Carvalho C, Silva AJ. Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. *J Sci Med Sport*. 2010;13(2):262-9.
- Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*. 2009;39(9):779-95.
- Buchheit, M. (2014). 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 M, Laursen PB, Ahmaidi S. Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *Am J Physiol - Hear Circ Physiol*. 2007;293(1):133–41.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- Coelho e Silva MJ, Figueiredo AJ, Sobral F, Ronque ERV, Cyrino ES (2010). Cineantropometria – Curso básico. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física - Universidade de Coimbra. 7ª Edição [outubro, 2010]. Depósito Legal [117393707], ISBN [972-9051-34-8].
- Flatt, A. A., Esco, M. R., Nakamura, F. Y., & Plews, D. J. (2017). Interpreting daily heart rate variability changes in collegiate female soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(6), 907–915. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06322-2>

- Flatt AA, Esco MR, Nakamura FY. Association between Subjective Indicators of Recovery Status and Heart Rate Variability among Division-1 Sprint-Swimmers. *Sports (Basel)*. 2018;6(3).
- Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*. 2001;31(10):725-41.
- Innes, E. (1999). Handgrip strength testing: A review of the literature. *Australian Occupational Therapy Journal*, 46(3), 120–140. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1630.1999.00182.x>
- Kaikkonen P, Rusko H, Martinmäki K. Post-exercise heart rate variability of endurance athletes after different high-intensity exercise interventions. *Scand J Med Sci Sport*. 2008;18(4):511–9.
- Kamandulis S, Juodsnukis A, Stanislovaitiene J, Zuoziene IJ, Bogdelis A, Mickevicius M, et al. Daily Resting Heart Rate Variability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(6).
- Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women, *10*(4), 261–265.
- Koenig, J., Jarczok, M. N., Wasner, M., Hillecke, T. K., & Thayer, J. F. (2014). Heart Rate Variability and Swimming. *Sports Medicine*, 44(10), 1377–1391. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0211-9>
- Maglisho, E. (1993). *Swimming even faster*. USA: Mayfield Publishing Company.
- Maglisho, E. (2003). *Swimming Fasted – The Essential Reference on Technique, Training, and Program Design*. Champaign: Human Kinetics.
- Mujika, et al. (1995). Effects of Training on Performance in Competitive Swimming *Can. J. Appl. Physiol.* 20: 395-406. Canadian Society for Exercise Physiology

- Nakamura FY, Pereira LA, Esco MR, Flatt AA, Moraes JE, Cal Abad CC, et al. Intraday and interday reliability of ultra-short-term heart rate variability in rugby union players. *J Strength Cond Res.* 2017;31(2):548–51.
- Nakamura, F. Y., Flatt, A. A., Pereira, L. A., Ramirez-Campillo, R., Loturco, I., & Esco, M. R. (2015). Ultra-short-term heart rate variability is sensitive to training effects in team sports players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(3), 602–605.
- Navarro, F. (2001). *Planificación y Control del Entrenamiento en Natación*. Madrid: Gymnos.
- Ozolin, N. G. (1983). *Sistema contemporâneo de treinamento deportivo*. Científico Técnica, La Habana.
- Perini R, Tironi A, Cautero M, Di Nino A, Tam E, Capelli C. Seasonal training and heart rate and blood pressure variabilities in young swimmers. *Eur J Appl Physiol.* 2006;97(4):395–403.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Meur, Y. Le, Hausswirth, C., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Monitoring Training With Heart Rate Variability : How Much Compliance is Needed for Valid Assessment ? Monitoring training with heart rate variability : How much compliance is needed for valid assessment ? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 783–790.
- Rama LM, Borges F, Cartaxo T, Teixeira AM. Carga de treino e percepção de esforço em natação pura desportiva: Uso de escalas de percepção de esforço na monitorização da carga em microciclos de treino. *Boletim Sociedade Portuguesa de Educação Física.* 2017(33):53-71.
- Snyder, A.C., Jeukendrup, A.E., Hesselink, M.K., Kuipers, H., & Foster, C. (1993). A physiological/psychological indicator of over-reaching during intensive training. *Int J Sports Med.*, 14(1): 29-32.

Tarvainen, M. P., Niskanen, J. P., Lipponen, J. A., Ranta-aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2014). Kubios HRV - Heart rate variability analysis software. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 113(1), 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>

Tarvainen, M., & Niskanen, J.P. (2005). Kubios HRV Analysis – User`s Guide. Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Department of Applied Physics – University of Kuopio, Finland.

Tarvainen, M. P., Ranta-aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2002). An advanced detrending method with application to HRV analysis Mika P. Tarvainen, Perttu O. Ranta-aho, and Pasi A. Karjalainen. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 49(2), 172-175. <https://doi.org/10.1109/10.979357>

Teixeira, A., & Rama, L., (2004). Workload and perception of effort in swim training. Children and youth in organized sports, 231 - 246.

Wilmore, J., & Costill, D. (1994). Physiology of sport and exercise. Human Kinetics.