



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

**Sérgio Filipe Cunha Matos**

Quantificação da carga interna, externa e estado de bem-estar  
de atletas de *trail running* durante um mesociclo competitivo

Mestrado em Desporto Natureza

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Filipe Manuel Batista Clemente

Coorientação do  
Professor Doutor António João Mendes de Jesus Brandão

Melgaço

Fevereiro de 2018



Matos, Sérgio Filipe Cunha

Quantificação da carga interna, externa e estado de bem-estar de atletas de *trail running* durante um mesociclo competitivo / Sérgio Filipe Cunha Matos; Orientador Professor Doutor Filipe Manuel Batista Clemente; Coorientador Professor Doutor António João Mendes de Jesus Brandão. – Dissertação de Mestrado em Desporto Natureza, Escola Superior de Desporto e Lazer de Melgaço do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. – 73 p.

Palavras-chave: monitorização do treino, hooper index, sessão de RPE, desempenho, treino desportivo.



“Quanto mais aumenta o nosso conhecimento, mais evidente fica a nossa ignorância.”

John F. Kennedy



## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho traduz-se no término de mais uma etapa da minha vida e de um objetivo ao qual me propus. Contudo, alcançar este objetivo não era possível sem o contributo de algumas pessoas que estiveram sempre a meu lado. Assim e com todo o reconhecimento, chega a hora de agradecer a todos pelo apoio incansável.

Ao meu Orientador Professor Doutor Filipe Manuel Batista Clemente por toda a ajuda e pela disponibilidade demonstrada, pelas conversas e orientações sempre assertivas, para mim será sempre um privilégio trabalhar do seu lado.

Ao meu Coorientador, Professor Doutor António João Mendes de Jesus Brandão, pelos conselhos e pela dedicação demonstrada em todo este processo, espero que no futuro possamos continuar a trabalhar em conjunto.

Aos meus pais por todo o apoio, carinho, amor e dedicação durante todo este percurso, são sem dúvida um dos pilares da minha vida.

Aos meus segundos pais, avó e avô por estarem sempre disponíveis para uma conversa e facultarem-me conselhos que considero valiosos.

Ao Vitor, à Neusa e à Íris pela constante presença e por terem sempre um sorriso para me alegrar.

Ao André e à Ana pela ajuda na revisão e tradução da tese, por todo o carinho que demonstraram e pelo tempo que perderam face a este meu objetivo, enfrentando-o como se também fosse deles.

Ao David, à Lillian e à Joana pela ajuda e conselhos ao longo desta etapa, estarei aqui para o que precisarem.

Aos amigos, que são a família que se escolhe e que cresce a cada passo, com os quais partilho momentos, conhecimentos, experiências, alegrias e tristezas. O vosso apoio, para mim é fundamental.

À Andreia Martins, que pela segunda vez aguenta e sacrifica-se comigo para atingir este objetivo pessoal. Encaraste este meu objetivo como se também fosse teu e o árduo caminho que percorri, do teu lado e com os teus conselhos tornou-se mais simples. O mérito deste trabalho também é teu.

Ao meu Coordenador de curso, o Professor Especialista Joel Pereira pelos conselhos e tempo facultado para a conclusão desta etapa, sem dúvida que este resultado também lhe pertence.

Aos atletas e respetivas equipas pela vontade em colaborar neste estudo, contribuindo para o desenvolvimento da modalidade.

A toda a comunidade (professores, funcionários e alunos) da Escola Superior de Desporto e Lazer de Melgaço pelo apoio, pelos conselhos e pelos diálogos que fomos tendo.

A todos, o meu MUITO OBRIGADO!

# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	vii
ÍNDICE .....	ix
ÍNDICE DE TABELAS .....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT .....	xv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xvii
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL .....	1
1.1 Enquadramento.....	3
1.2 Pertinência do estudo.....	5
1.3 Formulação do problema .....	6
1.4 Questões de investigação .....	6
1.5 Objetivos .....	6
1.6 Estrutura.....	7
CAPÍTULO II – ESTUDO 1.....	9
Variação intra- e inter- semanal da carga de treino e o bem-estar dos atletas de trail running.....	9
2.1 Resumo.....	11
2.2 Introdução .....	12
2.3 Metodologia.....	14
2.3.1 <i>Participantes</i> .....	14
2.3.2 <i>Desenho do estudo</i> .....	14
2.3.3 <i>Recolha de Dados - GPS</i> .....	14
2.3.4 <i>Hooper Index (HI)</i> .....	15
2.3.5 <i>Sessão de RPE e carga interna de treino</i> .....	15
2.3.6 <i>Procedimentos estatísticos</i> .....	15
2.4 Resultados .....	16
2.5 Discussão.....	17
2.5.1 <i>Implicações práticas</i> .....	19
2.6 Conclusões .....	20
2.7 Referências .....	20
CAPÍTULO III – ESTUDO 2.....	25

Carga de treino, capacidade aeróbia e suas associações com o estado de bem-estar de atletas de <i>trail running</i> .....	25
3.1 Resumo .....	27
3.2 Introdução .....	28
3.3 Metodologia.....	30
3.3.1 <i>Participantes</i> .....	30
3.3.2 <i>Desenho do estudo</i> .....	30
3.3.3 <i>Recolha de dados - GPS</i> .....	30
3.3.4 <i>Hooper Index (HI)</i> .....	30
3.3.5 <i>Sessão de RPE e carga interna de treino</i> .....	31
3.3.6 <i>Teste de Cooper</i> .....	31
3.3.7 <i>Procedimentos estatísticos</i> .....	31
3.4 Resultados .....	32
3.4.1 <i>Associação entre bem-estar e desempenho em treino</i> .....	32
3.4.2 <i>Variáveis físicas e performance em prova</i> .....	33
3.5 Discussão.....	34
3.5.1 <i>Implicações práticas</i> .....	36
3.6 Conclusões .....	36
3.7 Referências .....	36
CAPÍTULO IV – DISCUSSÃO GERAL.....	41
4.1 Discussão geral.....	43
4.2 Estudos futuros .....	46
4.3 Implicações práticas.....	46
4.4 Conclusões gerais.....	46
CAPÍTULO V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
5.1 Referências Bibliográficas.....	51

# ÍNDICE DE TABELAS

## ESTUDO 1

<b>Tabela 2.1</b> Estatística descritiva (M[95%IC]) dos dados de bem-estar e carga de treino por semana (adição dos valores dos 3 treinos semanais por subcategorias) .....	16
<b>Tabela 2.2</b> Estatística descritiva (M[95%IC]) dos dados de carga por dia de treino (média relativa ao 1º, 2º e 3º treino das 4 semanas).....	17
<b>Tabela 2.3</b> Estatística descritiva (M[95%IC]) das categorias do questionário de <i>hooper</i> por dia de treino (média relativa ao 1º, 2º e 3º treino das 4 semanas). 17	

## ESTUDO 2

<b>Tabela 3.1</b> Estatística descritiva (M±DP) das variáveis de bem-estar e carga de treino durante o mesociclo .....	32
<b>Tabela 3.2</b> Valores de correlação (r) entre as variáveis de bem-estar e as de carga de treino ao longo do mesociclo .....	32
<b>Tabela 3.3</b> Estatística descritiva (M±DP) das variáveis de prestação em teste de <i>cooper</i> 12-minutos e de valores obtidos em prova durante o mesociclo .....	33
<b>Tabela 3.4</b> Valores de correlação (r) entre as variáveis de prestação na prova de <i>cooper</i> 12-minutos e de carga durante as provas .....	33



## RESUMO

Os Desportos Natureza e Aventura (DNA) e mais concretamente o *trail running* enquanto modalidade, tem vindo a crescer na sociedade atual, devendo este crescimento ser apoiado em bases científicas. A crescente procura desta modalidade originou um aumento no número de provas, acompanhado pelo aumento de praticantes, o que provocou o nosso interesse pela metodologia de treino utilizada por estes praticantes. Objetivos: Os objetivos do presente trabalho de investigação foi avaliar a carga de treino e de prova dos atletas, avaliar o bem-estar dos mesmos e comparar a carga interna e externa com o bem-estar. Métodos: A recolha de dados foi realizada no decorrer do mês de Novembro de 2017, por ainda decorrerem provas do campeonato nacional de *trail running* em Portugal. Participaram no estudo 47 atletas que competem nos campeonatos nacionais de *trail running* em Portugal. Durante um mesociclo competitivo de quatro semanas, monitorizou-se a perceção de bem-estar (questionário de *Hooper*), o tempo de treino e de prova, a distância percorrida e a perceção subjetiva de esforço (RPE). Os atletas foram também sujeitos ao teste de *Cooper* para estimativa do volume máximo de oxigénio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ). Resultados: Os resultados demonstram que não se verificaram diferenças significativas nas variáveis de bem-estar durante os quatro microciclos. Resultados semelhantes foram obtidos para a carga de treino, onde não foram verificadas variações nas cargas de treino entre os microciclos. Relativamente à carga por sessão de treino, não foram encontradas diferenças significativas, sucedendo o mesmo nas variáveis de bem-estar. Conclusões: O  $VO_{2m\acute{a}x}$  correlacionou-se com a frequência da passada, sugerindo que aumentos no consumo máximo de oxigénio resultam em melhorias da performance em atletas de *trail running* considerando a velocidade de deslocação em prova.

**Palavras-chave:** monitorização do treino, hooper index, sessão de RPE, desempenho, treino desportivo.



## ABSTRACT

Sports Nature and more specifically trail running as a sport have been developing in the current society, this growth should be supported on a scientific basis. The increasing demand for this modality led to an increase in the number of races, accompanied by the increase of practitioners, which provoked our interest in the training methodology used by these practitioners. Objectives: The objectives of the present study were to evaluate the athletes' training and races load and estimate their well-being comparing internal and external loads with wellness. Methods: The data collection was made during the month of November of 2017 because there is still races of the national championship of trail running in Portugal. The study included 47 athletes competing in the national trail championships in Portugal. During a four-week competitive mesocycle, the perception of well-being (Hooper's questionnaire), training and test time, distance traveled and a subjective perception of effort (RPE) were monitored. The athletes were also subjected to the Cooper test to estimate the maximum volume of oxygen ( $VO_{2max}$ ). Results: The results revealed no significant differences in wellness variables during the four microcycles. Similar results were obtained in the training load, where no changes in the training loads between the microcycles. Concerning the load per training session, no significant differences were found, and the same was observed in wellness variables. Conclusions: The  $VO_{2max}$  correlated with the frequency of the run, suggests that the results of maximal oxygen consumption increase with performance improvements in trail running athletes, when considerate the speed of movement in the race.

**Keywords:** training monitoring, hooper index, session-RPE, performance, sports training.



## LISTA DE ABREVIATURAS

DALDA – *Daily Analysis of Life Demands for Athletes*

DNA – Desportos Natureza e Aventura

FC – Frequência cardíaca

GPS – *Global Positioning Systems*

HI – *Hooper index*

IBM – *International Business Machines Corporation*

La – Lactato

M – Metros

M ± DP – Média e Desvio-Padrão

Min – Minutos

min/km – minutos por quilómetro

ml/kg/min<sup>-1</sup> – mililitros de oxigênio por quilograma por minuto

Pace – Frequência de passada (min/km)

POMS – *Profile of Mood States*

RPE – Percepção subjetiva de esforço

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

U.A. – Unidades arbitrarias

USA – *United States of America*

VO<sub>2</sub> – Volume de oxigênio

VO<sub>2</sub>máx – Volume máximo de oxigênio

°C – Graus centígrados

% – Percentagem

> – Maior que

< – Menor que

= – Igual a



# **CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL**

---



## 1.1 Enquadramento

A sociedade atual tem vindo a valorizar a prática de exercício físico em meio natural, exponenciando desta forma os DNA. Da mesma forma, e com o que acontece em outros desportos, é necessário para a prática de DNA uma correta preparação física enquadrada na atividade (Brandão, 2016). O *trail running* é caracterizado por ser uma corrida de longa distância, realizada em trilhos na montanha, envolvendo um desnível acumulado constante (Christopher S Easthope, Nosaka, Caillaud, & Vercruyssen, 2013 ; Christopher Schmidt Easthope et al., 2010). Devido à especificidade das provas de *trail running* os praticantes são impostos a uma grande carga física (Fernstrom et al., 2007), sendo fundamental bons níveis gerais físicos, tais como padrões de força muscular e níveis de resistência, diminuindo assim o aparecimento da fadiga (Millet et al., 2011).

As exigências fisiológicas decorrentes das provas de *trail running* têm suscitado um interesse cada vez maior aos investigadores através dos princípios da carga que possibilitam uma melhor monitorização do treino (Vanrenterghem, Nedergaard, Robinson, & Drust, 2017). Tais provas apresentam uma intensidade de exercício prolongada, ocorrendo no atleta um aumento do consumo de oxigénio ( $VO_2$ ) (Fernstrom et al., 2007), aumentos na concentração de lactato (Veronique, Demarle, Slawinski, Paiva, & Koralsztein, 2001) e variações na frequência cardíaca (FC) (Buchheit et al., 2010).

O  $VO_{2m\acute{a}x}$  é definido como o nível máximo de oxigénio consumido pelo organismo quando sujeito a altas intensidades de exercício. Em atletas, valores elevados de  $VO_{2m\acute{a}x}$  são importantes em provas de média e longa distância (Bassett & Howley, 2000). Estudos com atletas de corrida demonstram que os valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$  em homens e mulheres variam entre 67-85 ml/kg/min<sup>-1</sup> (Jones, 2009; Gordon et al., 2017; Sjödín & Svedenhag, 1985), o que reforça a ideia anteriormente citada.

O lactato (La) também se associa fortemente com o desempenho desportivo (Bertuzzi, Silva, Abad, & Pires, 2009), sendo também um fator importante em atletas de corrida de longa distância, como o *trail running* (Veronique et al., 2001). Avaliar as concentrações de lactato permite monitorizar o exercício e estimar o desempenho do atleta (Sjödín & Svedenhag, 1985). O

limiar de lactato ocorre devido ao aumento significativo de lactato (Okano et al., 2006), sendo que em atletas de *trail running* este limiar poderá surgir entre os 50%-70% do VO<sub>2</sub>máx (Jones & Carter, 2000).

A FC na corrida é potencialmente o método mais utilizado para controlar a intensidade e a carga do treino (Vesterinen et al., 2014). No caso de atletas que treinam acima de 70% da FC, existem melhorias em parâmetros fisiológicos como o VO<sub>2</sub>máx (Scharhag-Rosenberger, Meyer, Walitzek, & Kindermann, 2009) e o La (Seiler, 2010). Esta ocorrência resulta numa melhoria do desempenho do atleta, permitindo que este mantenha por mais tempo determinada intensidade/velocidade (Jones & Carter, 2000).

A monitorização da carga de treino dos atletas é fundamental para acompanhar os efeitos agudos, verificar a adequabilidade do programa às necessidades dos praticantes, mitigar o *overreaching*, prevenir o *overtraining* e minimizar o risco de lesão (Halsón, 2014a).

A carga de treino pode ser monitorizada em dois níveis: i) interna; e ii) externa. A monitorização da carga interna caracteriza-se pelo acompanhamento das respostas biológicas do atleta, a carga externas impostas pelo processo de treino (fisiológicos e psicológicos) (Bourdon et al., 2017), sendo que a carga externa representa a implicação física decorrente do treino ou competição (Halsón, 2014a).

A avaliação da carga interna tem vindo a ser medida através de métodos como a RPE, o impulso de treino baseado na frequência cardíaca, a concentração dos níveis de lactato sanguíneo ou a segregação hormonal (Nakamura, Moreira, & Aoki, 2010). Por outro lado, a avaliação da carga externa utiliza métodos baseados na deslocação no espaço e no tempo ou na carga imposta fisicamente tais como o tempo, a distância, a velocidade, a aceleração ou as repetições, sendo medidas decorrentes do trabalho realizado pelo atleta a cada sessão de treino ou competição (Bourdon et al., 2017).

Neste sentido, e considerando os benefícios do acompanhamento de ambas as monitorizações para o processo de regulação do treino, afigura-se determinante caracterizar o perfil de carga existente, bem como as suas implicações nas adaptações dos atletas às cargas (e.g., dores musculares, stress, fadiga ou qualidade do sono) (Bourdon et al., 2017).

Atletas que apresentam bons níveis de bem-estar físico, possibilitam melhorias a nível físico e psicológico, minimizando o risco de *overreaching* e *overtraining* (Saw, Main, & Gustin, 2016).

No dia-a-dia dos atletas várias podem ser as causas (e.g. ocupação, meio social) que induzem fadiga, aumentam o nível de stress, influenciam a qualidade do sono e causam dores musculares (Åkerstedt, Axelsson, Lekander, Orsini, & Kecklund, 2014). O estado de bem-estar de cada indivíduo, poderá ser medido e monitorizado através de métodos como questionários (Maughan, 2010), uma vez que estes são de autorrelato (Saw et al., 2016), bastante acessíveis e com custos muito reduzidos (Halson, 2014a). Através desta monitorização e dos dados recolhidos, é importante adequar o programa de treino ao atleta tendo em conta os níveis de stress, fadiga e cansaço, devendo ser ajustado o volume e a intensidade do treino (Campbell, Bove, Ward, Vargas, & Dolan, 2017).

O *Hooper index* (HI) (Charlot, Zongo, Leicht, Hue, & Galy, 2016), o Profile of Mood States (POMS) (Mujika, 2017) e o Daily Analysis of Life Demands for Athletes (DALDA) (Cesar et al., 2015 ; Moreira, de Freitas, Nakamura, & Aoki, 2010), surgem na literatura como um método fiável de avaliação, fornecendo detalhes relevantes sobre o bem-estar físico do atleta (Clemente et al., 2017).

## 1.2 Pertinência do estudo

O *trail running* tem vindo a crescer nos últimos anos quanto ao número de provas e praticantes (Hoffman & Wegelin, 2009), no entanto, detetamos que a literatura ostenta estudos sobre a ingestão calórica indireta (Dumke, Shooter, Lind, & Nieman, 2006), hidratação (Lopez et al., 2011) e composição corporal (Paulin, Roberts, Roberts, & Davis, 2015), sendo escassa relativamente aos padrões da carga e bem-estar do praticante. Neste sentido, consideramos pertinente uma investigação da avaliação dos padrões de carga e bem-estar dos atletas de *trail running*, possibilitando aos atletas e treinadores planear e monitorizar o treino objetivando a melhoria da performance. Através dos resultados que serão obtidos, esperamos que surjam novas investigações, possibilitando o crescimento da literatura associada à modalidade.

### 1.3 Formulação do problema

O presente estudo pretende refletir sobre:

- As variações das cargas intra- e inter-semanais nos atletas de *trail running*.
- A associação da carga interna e externa com o bem-estar.

### 1.4 Questões de investigação

A investigação pretende responder às seguintes questões:

- Será que existem variações na carga intra- e inter-semanal dos atletas de *trail running*?
- Será que existem variações no bem-estar do atleta entre sessões de treino?
- Será que existem variações no bem-estar do atleta entre diferentes semanas?
- Será que existe associação da carga interna e externa com o bem-estar?
- Será que a capacidade aeróbia ( $VO_2máx$ ) se associa com a frequência de passada?

### 1.5 Objetivos

Os principais objetivos do estudo são:

- Avaliar a carga de treino dos atletas de *trail running*;
- Avaliar a carga da prova dos atletas de *trail running*;
- Avaliar o bem-estar dos atletas de *trail running*;
- Comparar a carga interna e externa com o bem-estar dos atletas de *trail running*;

## 1.6 Estrutura

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos:

Capítulo I – “Introdução geral”: Este capítulo contém o enquadramento do estudo, a sua pertinência, a formulação do problema, os objetivos do estudo e a estrutura do trabalho.

Capítulo II – “Estudo 1”: Variação intra- e inter- semanal da carga de treino e o bem-estar dos atletas de trail running.

Capítulo III – “Estudo 2”: Carga de treino, capacidade aeróbia e suas associações com o estado de bem-estar de atletas de *trail running*.

Capítulo IV – “Discussão geral”: Neste tópico encontra-se a discussão geral do trabalho, baseado nos estudos (1 e 2), estudos futuros, implicações práticas e a conclusão do trabalho.

Capítulo V – “Referências Bibliográficas”: Estão contemplados neste capítulo as referências utilizadas nos capítulos 1 e 4 do presente trabalho.



## **CAPÍTULO II – ESTUDO 1**

---

**Variação intra- e inter- semanal da carga de treino e o bem-estar dos atletas de trail running**



# Variação intra- e inter- semanal da carga de treino e o bem-estar dos atletas de trail running

Sérgio Matos<sup>1\*</sup>, António Brandão<sup>1</sup>, Joel Pereira<sup>1</sup>, Filipe Manuel Clemente<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Desporto e Lazer de Melgaço, Portugal

<sup>2</sup>Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Portugal

\*Correspondência do autor: Sérgio Matos, sfcmatos@gmail.com, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Desporto e Lazer, Portugal, Complexo Desportivo e Lazer de Melgaço – Monte de Prado 4960-320, Melgaço, Portugal

## 2.1 Resumo

A monitorização da carga de treino tem sido amplamente investigada, com maior incidência nos desportos coletivos comparando com os individuais. A literatura é escassa no que concerne aos desportos individuais e mais especificamente no *trail running* quando comparado as variáveis de bem-estar com a carga de treino. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a carga de treino de atletas de *trail running* e controlar o bem-estar do atleta ao longo de quatro microciclos de treino. Procedeu-se, ainda, à análise da variação intra- e inter-semanal da carga interna e externa do treino, bem como, do bem-estar. Participaram no estudo quarenta e sete atletas de *trail running* dos campeonatos nacionais de *trail running* em Portugal ( $34,85 \pm 8,88$  anos). Monitorizou-se a perceção subjetiva de esforço (RPE), o tempo de treino em minutos (min), a distância percorrida em metros (m) e a perceção de bem-estar (questionário de *Hooper*). Na análise realizada entre semanas verificaram-se diferenças nas variáveis distância total percorrida ( $p = 0,032$ ;  $\eta^2 = 0,062$ , efeito pequeno), RPE semanal ( $p = 0,011$ ;  $\eta^2 = 0,078$ , efeito pequeno) e carga interna das sessões ( $p = 0,025$ ;  $\eta^2 = 0,065$ , efeito pequeno). Não se verificaram diferenças significativas nas variáveis de bem-estar durante os 4 microciclos. Resultados semelhantes foram obtidos para a carga de treino, não tendo sido verificadas variações nas cargas de treino entre os microciclos. As conclusões do estudo revelam que o primeiro microciclo foi o que apresentou diferenças significativas ainda que com efeito pequeno nas variáveis distância, RPE semanal e carga interna. Relativamente à carga por sessão de treino, não foram encontradas diferenças significativas, sucedendo o mesmo nas variáveis de bem-estar.

**Palavras-chave:** trail running, monitorização, hooper index, sessão de RPE.

## 2.2 Introdução

O treino para os atletas é um processo no qual se realizam repetidos e sistemáticos exercícios tendo como principal objetivo a melhoria do seu desempenho (Mujika, 2017). De forma a controlar a distribuição do volume e intensidade do treino e o impacto nos atletas revela-se determinante monitorizar a carga de treino de forma a gerir eventuais situações de sobre ou sub-carga (Bourdon & Cardinale, 2017).

As cargas de treino são categorizadas em carga externa e carga interna (Esposito et al., 2004), sendo a carga externa o trabalho físico realizado pelo atleta (Halson, 2014), medido por indicadores como a distância ou tempo (Campbell, Bove, Ward, Vargas, & Dolan, 2017), ou seja, fatores independentes do atleta (Wallace, Slattery, & Coutts, 2009). Por outro lado, a carga interna constituiu-se com a resposta orgânica do atleta à carga externa imposta (Campbell et al., 2017).

A caracterização dos padrões da carga tem sido amplamente investigada nos desportos coletivos (Phibbs et al., 2018), verificando-se, também, alguma investigação nos desportos individuais (Stellingwerff, 2012). De facto, as variações no volume e intensidade da carga durante o ciclo de treino, permitem otimizar o processo de adaptação orgânica (Bourdon & Cardinale, 2017 ; Halson, 2014 ; Robin et al., 2017) impondo uma lógica de dose-resposta. No contexto do treino importa perceber as variações das cargas intra- e inter-semanais uma vez que induzem adaptações fisiológicas específicas direcionadas à competição (Manzi et al., 2010).

Avaliar de forma válida e precisa a carga de treino torna-se fundamental para uma correta prescrição do treino (Wrigley, Drust, Stratton, Scott, & Gregson, 2012). Apesar de atualmente serem utilizados instrumentos objetivos de medida da carga interna, a perceção subjetiva de esforço (RPE) revelou-se, consistentemente, como um método válido e fiável quanto à carga interna imposta sobre os atletas (Cesar et al., 2015 ; Buchheit et al., 2010). Uma das escalas mais comumente utilizada é a CR-10 Borg, caracterizada por oscilar entre 1 (nada cansado) e 10 (exausto) pontos. A avaliação da carga externa através da utilização das tecnologias como o *Global Positioning Systems* (GPS) (Campbell et al., 2017) ou a acelerometria triaxial (Bourdon & Cardinale, 2017) permite a recolha de dados como a distância, a duração e a velocidade que

caracterizam o perfil de atividade dos praticantes. No entanto, numa lógica de dose resposta, revela-se determinante verificar e controlar o impacto das cargas externa e interna sobre os níveis gerais de bem-estar (e.g., dor muscular, stress, fadiga, qualidade do sono). De forma percetiva, tais estados são passíveis de serem controlados de forma relativamente fiável utilizando questionários como o de *Hooper* (Hooper & Mackinnon, 1995). Especificamente, tal questionário constituiu-se como um método fiável para avaliação da resposta à dose de treino imposta externa e internamente, sendo sensível a períodos congestionados da época como evidenciado em estudos realizados no futebol profissional (Clemente et al., 2017 ; Charlot, Zongo, Leicht, Hue, & Galy, 2016).

Se modalidades como o futebol se encontram bem documentadas no que se refere à carga de treino, existem outras como o *trail running* com reduzida investigação dedicada. O *trail running* é caracterizado por se tratar de uma corrida realizada na montanha, com diferentes tipos de distâncias (Vernillo et al., 2016), em que a duração da prova pode atingir um elevado número de quilómetros, horas e até mesmo dias (Easthope et al., 2010). As provas de *trail running* são provas específicas devido ao terreno irregular e ao desnível acumulado (positivo e negativo) (Fornasiero et al., 2017).

As exigências fisiológicas derivadas das provas de *trail running* têm suscitado bastante interesse no que diz respeito à caracterização da carga para uma melhor monitorização do treino (Vanrenterghem, Nedergaard, Robinson, & Drust, 2017). Tais exigências como o volume de oxigénio máximo ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), o lactato (La) e a frequência cardíaca (FC), apresentam-se fortemente associados à performance no *trail running* (Buchheit, 2014).

Estudos demonstram que atletas que treinam com a FC superior a 70% apresentam melhorias em parâmetros fisiológicos como o  $VO_{2m\acute{a}x}$  e o La (Vesterinen et al., 2014). Em atletas, os valores do  $VO_{2m\acute{a}x}$  variam entre os 60–85 ml/kg/min<sup>-1</sup> (Gordon et al., 2017), surgindo entre os 50%–80% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  o limiar do lactato (Jones & Carter, 2000).

Apesar de estudos descritivos sobre as exigências da modalidade, não existem estudos dedicados ao controlo da carga de treino semanal de tal modalidade, no melhor do nosso conhecimento. O controlo da carga de treino e caracterização do perfil de treino é essencial para compreender o processo de treino e para o reajustamento do planeamento. Face ao exposto, o presente

estudo pretendeu avaliar a carga de treino de atletas de *trail running*, através da distância, duração e intensidade das sessões de treino, bem como, controlar o bem-estar do atleta ao longo de 4 microciclos de treino.

## 2.3 Metodologia

### 2.3.1 Participantes

Participaram no estudo quarenta e sete atletas de *trail running* do sexo masculino (idade média  $34,85 \pm 8,88$  anos). Os critérios de inclusão dos atletas foram a realização de no mínimo 3 sessões de treino semanais e a ausência de lesões entre o início e o término do estudo. Os participantes tomaram conhecimento do design do estudo e assinaram um consentimento livre e esclarecido sobre a sua participação. O estudo seguiu as normas da Declaração de Helsínquia para a pesquisa em seres humanos.

### 2.3.2 Desenho do estudo

A análise da variação da carga de treino semanal foi utilizada para verificar a relação com as variáveis qualidade do sono, fadiga, stress e dor muscular. Os dados do estudo foram recolhidos durante o mês de Novembro de 2017 por ainda decorrerem provas dos campeonatos nacionais de *trail running* em Portugal.

As sessões de treino foram definidas pelos atletas e seus treinadores tendo apenas respondido ao questionário de *Hooper* nos 30 minutos antes do início do treino e à escala de borg nos trinta minutos após o término.

### 2.3.3 Recolha de Dados - GPS

Durante cada treino foi utilizado pelos atletas relógios com tecnologia de localização, o que permitiu a recolha de informações sobre as deslocações horizontais. Foram utilizadas as marcas e modelos Garmin Forerunner 920XT (Kraft & Roberts, 2017), Suunto Ambit2 (Ammann, Taube, Kummer, & Wyss, 2016) e Polar V800 (Roos, Taube, Beeler, & Wyss, 2017) que incluem tecnologias de GPS devidamente validadas para a intensidade média da corrida no *trail running*.

### 2.3.4 Hooper Index (HI)

O preenchimento do questionário HI relativamente à percepção da fadiga, dor muscular, qualidade do sono e stress foi realizado por cada atleta sensivelmente 30 minutos antes de cada sessão de treino. O questionário HI segue uma escala de 1-7 (Hooper & Mackinnon, 1995), sendo que nas variáveis stress, fadiga e dor muscular o 1 é muito, muito baixo e o 7 é muito, muito alto e na variável qualidade do sono, o 1 é muito, muito mau e o 7 é muito, muito bom. O preenchimento do questionário foi realizado de forma individual através de formulário online.

### 2.3.5 Sessão de RPE e carga interna de treino

A percepção subjetiva de esforço para determinar a intensidade da sessão de treino, foi coletada sensivelmente 30 minutos após o término da sessão. Foi aplicada a escala de Borg CR-10, correspondendo o 1 a uma intensidade de esforço muito, muito leve e 10 uma intensidade de esforço extremo. A carga de treino interna foi calculada através da fórmula sugerida na literatura (Clemente et al., 2017):

Carga interna de treino = sessão de RPE (U.A) x duração do treino (min)

O preenchimento do questionário foi realizado de forma individual através de formulário online.

### 2.3.6 Procedimentos estatísticos

Procedeu-se à realização de uma ANOVA de medidas repetidas seguida da execução do eta squared para analisar a variação da carga semanal de treino e o bem-estar entre as semanas analisadas. No caso da existência de diferenças significativas, procedeu-se à execução do teste de *post-hoc* de *Tukey HSD*, bem como, do teste de *D* de *Cohen* para estimação da dimensão do efeito. O *eta squared* ( $\eta^2$ ) foi classificado da seguinte forma (Ferguson, 2009): nenhum efeito ( $\eta^2 < 0,04$ ), efeito pequeno ( $0,05 < \eta^2 < 0,25$ ), efeito moderado ( $0,26 < \eta^2 < 0,64$ ), ou efeito forte ( $\eta^2 > 0,65$ ). O *D* de *Cohen* foi classificado da seguinte forma (Ferguson, 2009): nenhum efeito ( $d < 0,41$ ), efeito pequeno ( $0,42 < d < 1,15$ ), efeito moderado ( $1,16 < d < 2,70$ ), ou efeito forte ( $d > 2,71$ ). Os procedimentos

estatísticos realizaram-se no software estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) (IBM, USA, versão 23.0) para um nível de significância de 5%.

## 2.4 Resultados

A soma dos valores de bem-estar e carga de treino por semana foi realizada sendo que a estatística descritiva ao longo dos 4 microciclos podem ser visualizados na tabela 2.1.

**Tabela 2.1.** Estatística descritiva (M[95%IC]) dos dados de bem-estar e carga de treino por semana (adição dos valores dos 3 treinos semanais por subcategorias)

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Qualidade do sono	8,18 [7,27-9,08]	7,62 [6,64-8,60]	7,38 [6,51-8,25]	8,09 [7,18-9,00]
Stress	8,32 [7,31-9,34]	7,91 [6,86-8,97]	7,59 [6,56-8,62]	8,15 [7,18-9,11]
Fadiga	9,32 [8,36-10,28]	8,29 [7,37-9,22]	8,85 [7,75-9,95]	8,65 [7,81-9,48]
Dor muscular	8,21 [7,24-9,17]	7,50 [6,41-8,59]	7,85 [6,77-8,94]	7,65 [6,68-8,61]
Distância (m)	35159,57 [30955,19-39363,96]	30468,94 [27135,06-33802,80]	30247,45 [27154,50-33340,39]	30493,40 [27793,43-33193,38]
Duração (min)	205,79 [181,68-229,90]	176,30 [154,03-198,57]	183,49 [158,29-208,69]	178,92 [159,96-197,87]
RPE (CR-10)	9,49 <sup>c</sup> [8,43-10,55]	7,98 [6,96-8,99]	7,55 <sup>a</sup> [6,60-8,51]	8,06 [6,97-9,16]
Carga Interna (U.A.)	739,49 <sup>b</sup> [598,49-880,49]	541,70 <sup>a</sup> [420,09-663,31]	560,26 [434,26-686,25]	554,87 [437,56-672,18]

Diferente estatisticamente de Semana1<sup>a</sup>; Semana2<sup>b</sup>; Semana3<sup>c</sup>; e Semana4<sup>d</sup> para um  $p < 0,05$   
U.A. – Unidades arbitrárias

A ANOVA de medidas repetidas não verificou diferenças significativas na qualidade do sono semanal ( $p = 0,389$ ;  $\eta^2 = 0,030$ , nenhum efeito), stress semanal ( $p = 0,537$ ;  $\eta^2 = 0,022$ , nenhum efeito), fadiga semanal ( $p = 0,319$ ;  $\eta^2 = 0,035$ , nenhum efeito) e dor muscular semanal ( $p = 0,562$ ;  $\eta^2 = 0,020$ , nenhum efeito).

Verificaram-se diferenças entre semanas na distância total percorrida ( $p = 0,032$ ;  $\eta^2 = 0,062$ , efeito pequeno), RPE semanal ( $p = 0,011$ ;  $\eta^2 = 0,078$ , efeito pequeno) e carga interna das sessões ( $p = 0,025$ ;  $\eta^2 = 0,065$ , efeito pequeno). Não se verificaram diferenças na duração semanal ( $p = 0,12$ ;  $\eta^2 = 0,40$ , nenhum efeito).

**Tabela 2.2.** Estatística descritiva (M[95%IC]) dos dados de carga por dia de treino (média relativa ao 1º, 2º e 3º treino das 4 semanas)

	1º Treino	2º treino	3º Treino
Distância (m)	10957,17 [10162,89-11751,44]	11457,31 [10682,92-12231,70]	11421,74 [10625,16-12218,33]
Duração (min)	62,69 [56,86-68,52]	68,56 [62,87-74,25]	67,95 [62,10-73,80]
RPE (CR-10)	2,94 [2,71-3,17]	2,90 [2,68-3,13]	3,02 [2,79-3,25]
Carga Interna (U.A.)	209,68 [176,18-243,19]	212,30 [179,63-244,97]	219,49 [185,89-253,10]

Não se verificaram diferenças significativas entre os dias da semana nas variáveis distância ( $p = 0,618$ ;  $\eta^2 = 0,002$ , *nenhum efeito*), duração ( $p = 0,303$ ;  $\eta^2 = 0,005$ , *nenhum efeito*), RPE ( $p = 0,751$ ;  $\eta^2 = 0,001$ , *nenhum efeito*), carga interna ( $p = 0,915$ ;  $\eta^2 = 0,001$ , *nenhum efeito*).

**Tabela 2.3.** Estatística descritiva (M[95%IC]) das categorias do questionário de *hooper* por dia de treino | (média relativa ao 1º, 2º e 3º treino das 4 semanas)

	1º Treino	2º treino	3º Treino
Qualidade do sono	2,59 [2,41-2,77]	2,50 [2,32-2,67]	2,56 [2,37-2,74]
Stress	2,81 [2,62-2,99]	2,64 [2,46-2,81]	2,59 [2,41-2,78]
Fadiga	2,92 [2,73-3,10]	2,90 [2,73-3,08]	3,03 [2,85-3,22]
Dor muscular	2,59 [2,39-2,80]	2,52 [2,32-2,71]	2,54 [2,33-2,74]
Hooper Index	10,90 [10,27-11,53]	10,55 [9,94-11,16]	10,72 [10,09-11,35]

Não se verificaram diferenças significativas entre os dias da semana nas variáveis qualidade do sono ( $p = 0,776$ ;  $\eta^2 = 0,001$ , *nenhum efeito*), stress ( $p = 0,233$ ;  $\eta^2 = 0,006$ , *nenhum efeito*), fadiga ( $p = 0,557$ ;  $\eta^2 = 0,002$ , *nenhum efeito*), dor muscular ( $p = 0,852$ ;  $\eta^2 = 0,001$ , *nenhum efeito*) e *hooper index* ( $p = 0,733$ ;  $\eta^2 = 0,001$ , *nenhum efeito*).

## 2.5 Discussão

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os valores de carga interna e bem-estar de atletas de *trail running*. Os resultados obtidos não permitiram identificar diferenças com expressão significativa nas variáveis de carga interna percebida e bem-estar entre dias de treino analisados, nem entre semanas.

Os resultados do presente estudo não demonstraram diferenças significativas nas variáveis qualidade do sono, stress, fadiga e dor muscular, quando comparadas as semanas dos 4 microciclos.

No entanto, na tabela 2.1 observamos diferenças entre semanas na distância total percorrida, RPE semanal e carga interna das sessões, ainda que com efeito pequeno. Estes resultados vão ao encontro do estudo de Cesar et al. (2015), demonstrando que quando a carga externa aumenta, a carga interna tem o mesmo efeito, sugerindo assim que o RPE é um método sensível às alterações da carga externa objetivamente mensurada (Foster et al., 2001).

Analisando a tabela 2.2 relativamente às sessões de treino semanais, não existiram diferenças significativas no que diz respeito às variáveis distância, duração, carga interna e RPE, ou seja, as distâncias percorridas pelos atletas e a duração do treino é semelhante durante toda a semana. O mesmo não acontece em outros desportos individuais, como demonstra um estudo no ténis, em que os valores de RPE por sessão são de  $4,8 \pm 1,1$  (Gomes et al., 2015), superiores aos encontrados neste estudo. Na mesma linha e no Judo os valores de RPE por sessão variam entre  $3,5 \pm 0,7$  e  $4,1 \pm 1,1$  (Agostinho et al., 2015).

Considerando os valores médios para a carga interna apresentada na tabela 2.2 durante as sessões de treino, estão em concordância com o estudo realizado com seis atletas na corrida, com valores de carga interna por sessão de  $225,3 \pm 65,8$  (Da Silva, Verri, Nakamura, & Machado, 2014).

No que se refere ao 3º treino (tabela 2.2), embora este não seja o treino com maior distância e duração, é o que apresenta valores superiores de carga interna, demonstrando que o volume acumulado da carga de treinos pode ter influência e ser mais acentuado para o atleta (Halson, 2014). Noutra modalidade e num estudo recente no rugby foi evidenciado que as variações da carga de treino semanal são mais acentuadas para o jogador (Phibbs et al., 2018).

Verificamos que não existiram variações na carga de treino semanal dos atletas, o que influenciou o facto de não existirem diferenças significativas entre os dias da semana nas variáveis qualidade do sono, stress, fadiga, dor muscular e *HI* (tabela 2.3). Estes resultados são concordantes com a literatura, evidenciando que o *HI* é consistente e sensível às variações de treino (Saw, Main, & Gastin, 2016).

Atendendo ao facto de não se verificarem variações na carga de treino dos atletas durante os microciclos, sugerimos uma reflexão ao planeamento metodológico de treino destes atletas. Quanto à variação no planeamento, estudos têm relatado opções pelo tamponamento (*tapering*) indicando que nos treinos da semana anterior à competição, as variáveis como o volume de treino, a frequência e a intensidade são reduzidas de forma a otimizar a super-compensação (Grivas, 2018). Na mesma linha metodológica, a literatura sugere que uma redução de 40% - 60% do volume de treino, mantendo os níveis de intensidade e frequência causam maior efeito na melhoria da performance para a competição (Bosquet, Montpetit, Arvisais, & Mujika, 2007).

Com os resultados deste estudo pondera-se que com uma amostra maior e durante uma época desportiva de *trail running*, o efeito seria superior no que diz respeito à caracterização da carga de treino dos atletas. No entanto, e considerando o limitado número de estudos descritivos no *trail running* sobre o controlo da carga semanal e da caracterização do perfil de treino por nós encontrado, este estudo torna-se pertinente e relevante na modalidade.

As variáveis frequência cardíaca na caracterização da carga interna, e o desnível (positivo e negativo) na carga externa, são duas variáveis que não foram monitorizadas neste estudo e que deverão ser incluídas em futuros trabalhos, pela pertinência que têm na modalidade. Na mesma lógica, a aplicação de metodologias de treino em atletas de *trail running*, analisando a melhoria da performance, deve ser avaliado em futuros estudos.

Deve ser tido em considerado o nível de aptidão do atleta com os treinos e a dose-resposta necessária para melhoria da performance.

### 2.5.1 Implicações práticas

Os resultados encontrados neste estudo fornecem evidências que podem ajudar os atletas e treinadores no planeamento do treino, tendo em conta as variações da carga e o bem-estar do atleta, através dos instrumentos de avaliação HI e *session-RPE*. Desta forma é possível criar estratégias de dose-resposta que possibilitem a melhoria da performance do atleta.

## 2.6 Conclusões

A análise a 4 semanas de treino revelaram que a primeira semana de treino foi a que apresentou diferenças significativas ainda que com efeito pequeno nas variáveis distância, RPE semanal e carga interna. Relativamente à carga por dia de treino, não foram encontradas diferenças significativas, sucedendo o mesmo nas variáveis de bem-estar, o que sugere uma correlação entre a carga de treino e o bem-estar do atleta.

## 2.7 Referências

- Agostinho, M. F., Philippe, A. G., Marcolino, G. S., Pereira, E. R., Busso, T., Candau, R. B., & Franchini, E. (2015). Perceived Training Intensity and Performance Changes Quantification in Judo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1570–1577.
- Ammann, R., Taube, W., Kummer, F., & Wyss, T. (2016). Accuracy of elevation recording using sport watches while walking and running on hilly and flat terrain. *Sports Engineering*, 19(4), 283–287.
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D., & Mujika, I. (2007). Effects of tapering on performance: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1358–1365.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ... Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2-161-S2-170.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5(February), 1–19.
- Buchheit, M., Chivot, A., Parouty, J., Mercier, D., Al Haddad, H., Laursen, P. B., & Ahmaidi, S. (2010). Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *European Journal of Applied Physiology*, 108(6), 1153–1167.
- Campbell, B. I., Bove, D., Ward, P., Vargas, A., & Dolan, J. (2017). Quantification of Training Load and Training Response for Improving Athletic Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 39(5), 3–13.

- Cesar, J., Lima, B. De, Cesar, T., Menezes, B., Honorato, R. D. C., & Mortatti, A. L. (2015). Monitoramento da carga interna competitiva de uma equipe de basquetebol sub-17 durante os jogos escolares regionais. *Revista Do Departamento de Educação Física E Saúde E Do Mestrado Em Promoção Da Saúde Da Universidade de Santa Cruz Do Sul / Unisc*, 16(1), 15–19.
- Charlot, K., Zongo, P., Leicht, A., Hue, O., & Galy, O. (2016). Intensity, recovery kinetics and well-being indices are not altered during an official FIFA futsal tournament in Oceanian players. *Journal of Sports Sciences*, 34(4), 379–388.
- Clemente, F. M., Mendes, B., Nikolaidis, P. T., Calvete, F., Carriço, S., & Owen, A. L. (2017). Internal training load and its longitudinal relationship with seasonal player wellness in elite professional soccer. *Physiology and Behavior*, 179, 262–267.
- Da Silva, D. F., Verri, S. M., Nakamura, F. Y., & Machado, F. A. (2014). Longitudinal changes in cardiac autonomic function and aerobic fitness indices in endurance runners: A case study with a high-level team. *European Journal of Sport Science*, 14(5), 443–451.
- Easthope, C. S., Hausswirth, C., Louis, J., Lepers, R., Vercruyssen, F., & Brisswalter, J. (2010). Effects of a trail running competition on muscular performance and efficiency in well-trained young and master athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 110(6), 1107–1116.
- Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G., & Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93(1–2), 167–172.
- Ferguson, C. J. (2009). An Effect Size Primer: A Guide for Clinicians and Researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, 40(5), 532–538.
- Fornasiero, A., Savoldelli, A., Fruet, D., Boccia, G., Pellegrini, B., & Schena, F. (2017). Physiological intensity profile, exercise load and performance predictors of a 65-km mountain ultra-marathon. *Journal of Sports Sciences*, 36(11), 1287–1295.

- Foster, C., Florhaug, J. a, Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. a, Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115.
- Gomes, R. V, Moreira, A., Lodo, L., Capitani, C. D., Aoki, M. S., Foster, C., & Jenkins, D. (2015). Ecological Validity of Session RPE Method for Quantifying Internal Training Load in Tennis. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(4), 729–737.
- Gordon, D., Wightman, S., Johnstone, J., Espejo-sanchez, C., Beckford, C., Boal, M., ... Merzbach, V. (2017). Physiological and training characteristics of recreational marathon runners. *Journal of Sports Medicine*, 8, 231–241.
- Grivas, G. V. (2018). The Effects of Tapering on Performance in Elite Endurance Runners : A Systematic Review . The Effects of Tapering on Performance in Elite Endurance Runners : A Systematic Review. *International Journal of Sports Science*, 8(1), 8–13.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139–147.
- Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring Overtraining in Athletes: Recommendations. *Sports Medicine*, 20(5), 321–327.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29(6), 373–386.
- Kraft, G. L., & Roberts, R. A. (2017). Validation of the Garmin Forerunner 920XT Fitness Watch VO2peak Test. *International Journal for Innovation Education and Research*, 5(2), 61–67.
- Manzi, Vi., D'Ottavio, S., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Profile of Weekly Training Load in Elite Male Professional Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1399–1406.
- Mujika, I. (2017). Quantification of Training and Competition Loads in Endurance Sports: Methods and Applications. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2-9-S2-17.
- Phibbs, P. J., Jones, B., Roe, G., Read, D., Darrall-Jones, J., Weakley, J., ... Till, K. (2018). The organised chaos of English adolescent rugby union: Influence

- of weekly match frequency on the variability of match and training loads. *European Journal of Sport Science*, 1–8.
- Robin, R. T., Greg, G., & Warren, W. (2017). Monitoring Fatigue Status in Elite Team-Sport Athletes: Implications for Practice. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(S2), 27–34.
- Roos, L., Taube, W., Beeler, N., & Wyss, T. (2017). Validity of sports watches when estimating energy expenditure during running. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 1–8.
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281–291.
- Stellingwerff, T. (2012). Case Study : Nutrition and Training Periodization in Three Elite Marathon Runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(5), 392–400.
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135–2142.
- Vernillo, G., Savoldelli, A., Skafidas, S., Zignoli, A., La Torre, A., Pellegrini, B., ... Schena, F. (2016). An Extreme Mountain Ultra-Marathon Decreases the Cost of Uphill Walking and Running. *Frontiers in Physiology*, 7(NOV), 1–9.
- Vesterinen, V., Hokka, L., Hynynen, E., Mikkola, J., Häkkinen, K., & Nummela, A. (2014). Heart rate-running speed index may be an efficient method of monitoring endurance training adaptation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1833–1838.
- Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2009). The ecological validity and application of the session-rpe method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 33–38.
- Wrigley, R., Drust, B., Stratton, G., Scott, M., & Gregson, W. (2012). Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1573–1580.



## **CAPÍTULO III – ESTUDO 2**

---

**Carga de treino, capacidade aeróbia e suas associações com o estado de bem-estar de atletas de *trail running***



## Carga de treino, capacidade aeróbia e suas associações com o estado de bem-estar de atletas de *trail running*

Sérgio Matos<sup>1\*</sup>, António Brandão<sup>1</sup>, Joel Pereira<sup>1</sup>, Filipe Manuel Clemente<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Desporto e Lazer de Melgaço, Portugal

<sup>2</sup>Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Portugal

\*Correspondência do autor: Sérgio Matos, [sfcmatos@gmail.com](mailto:sfcmatos@gmail.com), Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Desporto e Lazer, Portugal, Complexo Desportivo e Lazer de Melgaço – Monte de Prado 4960-320, Melgaço, Portugal

### 3.1 Resumo

O presente estudo propôs-se a analisar a relação entre variáveis relativas à carga interna e externa de treino e prova e as percepções de bem-estar medidas ao longo de um mesociclo de quatro semanas. O estudo contou com a participação de 47 atletas dos campeonatos nacionais de *trail running* em Portugal ( $34,85 \pm 8,88$  anos). Ao longo de 4 semanas, monitorizou-se a percepção subjetiva de esforço (RPE), o tempo de treino (min), a distância percorrida (m) e a percepção de bem-estar (questionário de *Hooper*). As correlações encontradas entre as variáveis do bem-estar e a percepção subjetiva de esforço (RPE) são correlações lineares e significativas com magnitude pequena, qualidade do sono e RPE ( $r = 0,287$ ;  $p = 0,001$ ), stress e RPE ( $r = 0,217$ ;  $p = 0,001$ ), fadiga e RPE ( $r = 0,191$ ;  $p = 0,001$ ), dor muscular e RPE ( $r = 0,240$ ;  $p = 0,001$ ) e *hooper index* e RPE ( $r = 0,279$ ;  $p = 0,001$ ). Entre as variáveis do teste de *cooper* e a carga das provas, verificamos que  $VO_{2máx}$  correlacionou-se de forma linear negativa, com magnitude média com a frequência de passada (*pace*) ( $r = -0,396$ ;  $p = 0,015$ ). As conclusões do estudo sugerem que aumentos no consumo máximo de oxigénio resultam em melhorias da performance em atletas de *trail running* considerando a velocidade de deslocação em prova.

**Palavras-chave:** monitorização do treino, sessão de RPE, GPS, desempenho, treino desportivo.

## 3.2 Introdução

As modificações nas cargas de treino, particularmente na frequência, duração e intensidade das sessões de treino associam-se com o princípio de variabilidade do estímulo de treino que procura otimizar a performance desportiva (Halson, 2014a). No que se refere à monitorização da carga de treino pode ser categorizada em duas formas: carga externa e carga interna (Malone et al., 2011). Entende-se por carga externa as repercussões físicas do treino realizado pelo atleta, englobando-se indicadores como a distância, a duração ou a intensidade de corrida (Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005). Por outro lado, a carga interna associa-se à resposta biológica do atleta face à carga externa imposta pelo treino (Bourdon & Cardinale, 2017).

Na prescrição do treino é fundamental que a carga externa e interna sejam apropriadas e que exista um equilíbrio entre ambas, possibilitando melhorias na performance do atleta e a redução de situações de sobre ou sub-carga (Bartlett, O'Connor, Pitchford, Torres-Ronda, & Robertson, 2011). O correto planeamento da carga de treino através de microciclos, possibilita uma aproximação do treino relativamente às exigências das provas (Phibbs et al., 2018), causando adaptações específicas fundamentais no atleta (Manzi et al., 2010).

A literatura é ampla no que diz respeito à monitorização da carga de treino, sendo que a grande maioria dos estudos se encontra afeto aos desportos coletivos (Malone, Hughes, Roe, Collins, & Buchheit, 2017; Roos, Taube, Brandt, Heyer, & Wyss, 2013), no entanto também existem algumas referências no que diz respeito aos desportos individuais (Stellingwerff, 2012 ; Jeanette et al., 2017).

A monitorização da carga de treino, carece de uma avaliação precisa e fiável, sendo determinante no processo de treino (Roos et al., 2013). A literatura apresenta vários métodos para avaliar a carga interna, sendo consensual a utilização da RPE como um método fiável para avaliar a carga imposta aos atletas (Cesar et al., 2015). Este método utiliza a escala de CR-10 Borg que varia entre 10 pontos (significando “1” nada cansado e “10” exausto). A avaliação da carga externa permite a caracterização do perfil do atleta, sendo utilizados instrumentos como a acelerometria triaxial e o *Global Positioning Systems* (GPS) (Gonçalves, Barbosa, Sarmiento, Camões, & Clemente, 2015). A resposta do atleta face à carga externa e interna podem influenciar o bem-estar, sendo importante controlar variáveis como a dor muscular, qualidade do sono, stresse

e fadiga (Campbell, Bove, Ward, Vargas, & Dolan, 2017). Neste sentido a literatura refere os questionários de bem-estar como bom indicador de avaliação destas variáveis, sendo o *Hooper* (Hooper & Mackinnon, 1995) um método fiável para a avaliação da resposta à dose de treino e competições.

No contexto do *trail running*, uma correta adaptação cardiorrespiratória poderá associar-se ao aumento da performance e capacidade em subsistir apropriadamente a maiores cargas de treino (Baquet, Van Praagh, & Berthoin, 2003). O *trail running* tem sido alvo de crescimento nos últimos anos no que à prática diz respeito, sendo comumente caracterizado por se tratar de uma corrida na montanha (Saugy et al., 2013) com distâncias que podem variar consoante a tipologia da prova, podendo ser uma prova de 10km ou de 894km (Rowlands et al., 2012). As provas de *trail running* são provas que devido ao desnível acumulado e à especificidade do terreno podem ter a duração de várias horas ou até mesmo dias, o que varia de atleta para atleta (Easthope et al., 2014).

Devido à especificidade do *trail running* têm sido realizadas investigações no sentido de caracterizar a carga e as exigências fisiológicas derivadas das provas (Vernillo et al., 2016). Tais exigências como a frequência cardíaca,  $VO_2$ máx e o limiar de La são determinantes na melhoria da performance do atleta. Estudos demonstram que atletas que treinam acima de 70% da frequência cardíaca apresentam uma melhor performance (Vesterinen et al., 2014). No que diz respeito ao  $VO_2$ máx em atletas de corrida, estes apresentam valores que rondam os 60–85 ml/kg/min<sup>-1</sup> (Gordon et al., 2017).

A inexistência de estudos caracterizadores do perfil de carga e a sua relação com o bem-estar em atletas de *trail running* é denotada. Considerando que um adequado planeamento e otimização da performance é influenciado por ambos os fatores (carga e bem-estar), o presente estudo propõem-se a associar ambas as variáveis ao longo de um mesociclo de treino, com duração de quatro semanas. Para além do exposto, a carga interna registada em provas oficiais será associada à capacidade cardiorrespiratória dos atletas, estimada por uma prova de campo.

### 3.3 Metodologia

#### 3.3.1 Participantes

Este estudo contou com a participação de 47 atletas de *trail running* do sexo masculino de nacionalidade Portuguesa (idade média  $34,85 \pm 8,88$ ). A ausência de lesões durante o estudo e a realização de pelo menos uma e no máximo três provas do campeonato nacional de *trail running*, foram os critérios de inclusão. Todos os atletas participaram de forma esclarecida e consentida segundo as recomendações da Declaração de Helsínquia para o estudo em seres humanos.

#### 3.3.2 Desenho do estudo

Monitorizamos a carga externa e interna, e o bem-estar dos atletas de *trail running* ao longo do mês de novembro de 2017, incluindo as provas dos campeonatos de *trail running* que participaram. As provas e o número de provas foram escolhidas pelos atletas e seus treinadores sendo o único requisito o preenchimento do questionário de *Hooper* 30 minutos antes da prova e a escala de borg 30 minutos após o término do treino e prova. Ambos os questionários foram realizados através de formulário online.

#### 3.3.3 Recolha de dados - GPS

Ao longo de todas as sessões de treino os atletas utilizaram relógios com tecnologia GPS (*Global Positioning System*), possibilitando a recolha de informação relativas à deslocação horizontal. Utilizaram-se as marcas e modelos Garmin Forerunner 920XT (Kraft & Roberts, 2017), Suunto Ambit2 (Ammann, Taube, Kummer, & Wyss, 2016) e Polar V800 (Roos, Taube, Beeler, & Wyss, 2017) considerando a sua validade para a recolha de informações posicionais.

#### 3.3.4 Hooper Index (HI)

O questionário *Hooper Index* para avaliação do bem-estar do atleta, foi realizado de forma individual, 30 minutos antes da sessão de treino e prova, para as variáveis qualidade do sono, stress, fadiga e dor muscular, utilizando uma escala de 1-7. Para as variáveis fadiga, stress e dor muscular 1 significa muito,

muito baixo e 7 muito, muito alto, na qualidade do sono 1 representa muito, muito mau e 7 muito, muito bom (Hooper & Mackinnon, 1995).

### 3.3.5 Sessão de RPE e carga interna de treino

Para a monitorização da carga interna, foi utilizada a percepção subjetiva de esforço com a aplicação do teste 30 minutos após o término da sessão de treino e prova. Numa escala de Borg CR-10, o valor 1 representava uma intensidade muito, muito fácil e o valor 10 representava uma intensidade de esforço extremo da sessão de treino. Foi calculada a carga de treino através da fórmula utilizada por Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi e Marcora, (2004): Carga interna de treino = sessão de RPE (U.A) x duração do treino (min).

### 3.3.6 Teste de Cooper

O teste de *Cooper* com a duração de 12 minutos, foi realizado para a avaliação da capacidade cardiorrespiratória,  $VO_2$ máx estimado. O teste foi realizado a correr ou a andar, sem interrupções, sendo registada a distância total percorrida nos 12 minutos. Foi realizado um aquecimento de corrida de 5 minutos com um intervalo de 10 minutos entre o aquecimento e o teste. Todos os atletas realizaram o teste no mesmo local entre as 10 e as 12 horas da manhã, sem precipitação, com uma temperatura de 14°C e humidade relativa de 45%. O teste distou 72 horas da última prova ou treino.

### 3.3.7 Procedimentos estatísticos

Para o estudo das associações entre variáveis de bem-estar; carga de treino; aptidão cardiorrespiratória; e o desempenho em prova, procedeu-se à execução do teste *r* de *Pearson*. Seguiu-se a classificação de Hopkins para o estudo da magnitude das correlações (Hopkins, Hopkins, & Glass, 1996): 0-0,1 trivial; 0,2-0,3 pequena; 0,4-0,5 moderada; 0,6-0,7 grande; 0,8-0,9 muito grande e > 0,9 quase perfeita. Os procedimentos estatísticos realizaram-se no software estatístico SPSS (IBM, USA, versão 23.0) para um nível de significância de 5%.

### 3.4 Resultados

#### 3.4.1 Associação entre bem-estar e desempenho em treino

Os valores médios das 4 semanas observadas de treino dos atletas de *trail running* podem ser verificadas na tabela 3.1.

**Tabela 3.1** Estatística descritiva (M±DP) das variáveis de bem-estar e carga de treino durante o mesociclo

	Média	DP
Qualidade do sono	2,55	1,15
Stress	2,68	1,16
Fadiga	2,95	1,16
Dor muscular	2,55	1,27
Hooper index	10,72	3,99
Distância (m)	11281,52	5312,67
Duração (min)	66,43	39,07
RPE (CR-10)	2,95	1,54
Carga Interna (U.A.)	213,79	223,95

RPE: Percepção subjetiva de esforço

Procedeu-se à correlação entre variáveis de bem-estar e variáveis de carga de treino no sentido de identificar possíveis associações entre estas ao longo do processo de treino. Os resultados de *r-pearson* podem ser encontrados na tabela 3.2.

**Tabela 3.2** Valores de correlação (*r*) entre as variáveis de bem-estar e as de carga de treino ao longo do mesociclo

	Distância (m)	Duração (min)	RPE (CR-10)	Carga Interna (U.A.)
Qualidade do sono	0,207 <sup>b</sup>	0,153 <sup>b</sup>	0,287 <sup>b</sup>	0,249 <sup>b</sup>
Stress	-0,007	-0,038	0,217 <sup>b</sup>	0,079
Fadiga	0,068	0,012	0,191 <sup>b</sup>	0,109 <sup>a</sup>
Dor muscular	0,134 <sup>b</sup>	0,098 <sup>a</sup>	0,240 <sup>b</sup>	0,193 <sup>b</sup>
Hooper index	0,120 <sup>b</sup>	0,068	0,279 <sup>b</sup>	0,188 <sup>b</sup>

RPE: Percepção subjetiva de esforço

<sup>a</sup> Correlação significativa para um  $p < 0,05$

<sup>b</sup> Correlação significativa para um  $p < 0,01$

Verificaram-se valores de correlação lineares e significativos, embora pequenos na dimensão, considerando a variável qualidade de sono e as variáveis de distância ( $r = 0,207$ ;  $p = 0,001$ ), duração ( $r = 0,153$ ;  $p = 0,001$ ), RPE ( $r = 0,287$ ;  $p = 0,001$ ) e carga interna ( $r = 0,249$ ;  $p = 0,001$ ). A variável stress correlacionou-se de forma linear significativa, embora com dimensão pequena, com a RPE ( $r = 0,217$ ;  $p = 0,001$ ). Verificaram-se correlações lineares

significativas, embora com dimensão pequena, entre a fadiga e as variáveis de RPE ( $r = 0,191$ ;  $p = 0,001$ ) e carga interna ( $r = 0,109$ ;  $p = 0,001$ ). Quanto à dor muscular relacionou-se de forma linear positiva, embora com dimensão pequena, com as variáveis de distância ( $r = 0,134$ ;  $p = 0,003$ ), duração ( $r = 0,098$ ;  $p = 0,033$ ), RPE ( $r = 0,240$ ;  $p = 0,001$ ) e carga interna ( $r = 0,193$ ;  $p = 0,001$ ). Finalmente, o *hooper index* correlacionou-se de forma linear positiva e significativa, embora com dimensão pequena, com as variáveis de distância ( $r = 0,120$ ;  $p = 0,009$ ), RPE ( $r = 0,279$ ;  $p = 0,001$ ) e carga interna ( $r = 0,188$ ;  $p = 0,001$ ).

### 3.4.2 Variáveis físicas e performance em prova

A tabela 3.3 apresenta os valores médios dos participantes que se sujeitaram ao teste de *cooper* de 12-minutos e as provas realizadas durante o mesociclo.

**Tabela 3.3** Estatística descritiva (M±DP) das variáveis de prestação em teste de *cooper* 12-minutos e de valores obtidos em prova durante o mesociclo

	Média	DP
Teste de Cooper 12-min (m)	3168,97	287,57
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min <sup>-1</sup> )	59,56	6,43
RPE (CR-10)	6,15	2,24
Pace (min/km)	7,38	2,04

Procedeu-se à correlação de *pearson* entre as variáveis de prestação no teste de *cooper* e a performance desportiva medida em prova (Tabela 3.4). Verificaram-se valores lineares positivos e significativos, com magnitude média, entre o *cooper* 12-min (m) e a RPE ( $r = 0,380$ ;  $p = 0,017$ ), bem como, valores lineares negativos, com magnitude média, entre o *cooper* 12-min e o *pace* ( $r = -0,395$ ;  $p = 0,016$ ). Semelhantes resultados foram observados entre o VO<sub>2máx</sub> e a RPE ( $r = 0,379$ ;  $p = 0,017$ ) e o *pace* ( $r = -0,396$ ;  $p = 0,015$ ).

**Tabela 3.4.** Valores de correlação (r) entre as variáveis de prestação na prova de *cooper* 12-minutos e de carga durante as provas

	RPE (CR-10)	Pace (min/km)
Cooper 12-min (m)	0,380 <sup>a</sup>	-0,395 <sup>a</sup>
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min <sup>-1</sup> )	0,379 <sup>a</sup>	-0,396 <sup>a</sup>

### 3.5 Discussão

A análise das variáveis de bem-estar e carga de treino (tabela 3.1) permitiu observar possíveis associações durante o mesociclo. Os atletas do estudo realizaram uma prova por semana, inserida no campeonato nacional de *trail running*. Comparado com um estudo no futebol, em que os atletas também realizaram uma prova desportiva por semana (jogo), o *hooper index* apresentou resultados percentuais de 7,84% comparando o *trail running* com o futebol (Clemente et al., 2017).

Analisando a tabela 3.2 relativamente aos valores de correlação, a variável qualidade do sono apresenta uma correlação linear significativa com magnitude pequena em todas as variáveis da carga de treino, indicando que a privação do sono pode acarretar consequências na performance do atleta (Halson, 2014b).

A variável stress apenas se correlaciona de forma linear e significativa com o RPE, embora com magnitude pequena, podendo originar uma incorreta percepção da carga interna proveniente do treino ou prova, podendo fornecer feedbacks desajustados para a monitorização do treino (Halson, 2014a).

A fadiga correlaciona-se linear e significativamente com magnitude pequena com as variáveis RPE e carga interna, mostrando que níveis altos da RPE indicam a presença de fadiga (Gescheit, Cormack, Reid, & Duffield, 2015).

A dor muscular apresenta correlação linear significativa com magnitude pequena na distância, RPE e carga interna e sem magnitude substancial com a duração. Esta correlação sugere que a percepção do atleta relativamente à dor muscular se encontra relacionada com o impacto que sofre em prova (Govus, Coutts, Duffield, Murray, & Fullagar, 2017).

O *hooper index* nas variáveis da carga de treino correlaciona-se linear e significativamente, ainda que com magnitude pequena com as variáveis distância, RPE e carga interna. Este resultado possibilita afirmar que atletas que treinam ou realizam provas com valores altos de *hooper index* encontram-se com níveis baixos de bem-estar, resultando numa redução de desempenho (Gescheit et al., 2015).

Para os atletas de *trail running* o teste de *cooper* 12-min apresentou valores médios de  $3168,97 \pm 287,57$  metros. O estudo de Kumar (2015), com 30

participantes divididos em dois grupos, um de controlo e outro experimental realizaram dois momentos do teste de *cooper*, sendo que entre estes momentos no grupo experimental foi aplicado uma metodologia de treino distinta. Os valores obtidos no segundo momento para o grupo de controle foi de  $3472,59 \pm 172,69$  metros e para o grupo experimental  $3599,27 \pm 130,38$  metros, valores semelhantes, mas superiores aos alcançados neste estudo.

Os valores de  $VO_2$ máx de  $59,56 \pm 6,43$  ml/kg/min<sup>-1</sup>, obtidos neste estudo no teste de *cooper* são superiores quando comparados com estudos no futebol com valores de  $47,14 \pm 6,16$  ml/kg/min<sup>-1</sup> (Pereira et al., 2008), demonstrando que o *cooper* é um teste fiável, válido e correto para a predição do  $VO_2$ máx (Bandyopadhyay, 2015).

Os valores obtidos pelos atletas nas provas de *trail running* demonstram que em média as provas apresentam um grau de intensidade médio de  $6,15 \pm 2,24$  valores numa escala de borg. O mesmo não ocorre em outros desportos, sendo observado no padel valores de RPE de  $4,96 \pm 2,09$  (Castillo-Rodríguez, Alvero-Cruz, Hernández-Mendo, & Fernández-García, 2014). No que concerne ao ritmo dos atletas de *trail running* em prova, estes apresentaram ritmo médio de  $7,38 \pm 2,04$  min/km. Segundo o estudo de Dantas & Doria (2015), com corredores, os ritmos na distância de 10km foi de 4,05 min/km, na distância da meia maratona foi de 4,21 min/km e na maratona foi de 4,48 min/km. Possivelmente as diferenças de ritmos entre corredores e *trail runners* ocorra devido ao terreno e desnível acumulado, uma vez que são características específicas do *trail running*.

A correlação entre o teste de *cooper* e a RPE demonstrou valores lineares positivos e significativos com magnitude média. Quando correlacionado o teste de *cooper* e o *pace* (frequência de passada), os valores tem magnitude média, contudo são apresentados valores lineares negativos. Semelhante correlação sucedeu com o  $VO_2$ máx e as variáveis RPE e *pace*. Estes resultados vão ao encontro à literatura no que concerne ao  $VO_2$ máx, como sendo a variável com maior efeito para o sucesso nas provas de médias e longas distâncias (Bassett & Howley, 2000).

Recomendamos em estudos futuros que sejam consideradas as variáveis frequência cardíaca em treino e competição, bem como a ingestão calórica em

prova determinando a influência que esta tem ao nível da hidratação causado pelo excesso de temperatura corporal dos atletas. Neste sentido, a desidratação nos atletas de *trail running* origina aumentos na frequência cardíaca, aumentando os níveis de fadiga e uma errada perceção do esforço.

### 3.5.1 Implicações práticas

As evidências encontradas neste estudo são essenciais para atletas e treinadores no que concerne à monitorização do treino e melhorias da performance em prova. O bem-estar do atleta é uma variável importante a ter em conta no planeamento do treino. Na mesma lógica os atletas devem ser sensíveis relativamente ao bem-estar, sendo capazes de em contexto de prova gerir o bem-estar, a carga interna e externa. Aumentos no consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), refletem uma diminuição do *pace* (min/km) e consequentemente melhorias da performance pelo que o planeamento deve contemplar programas de incremento da capacidade aeróbia.

## 3.6 Conclusões

A análise de um mês competitivo nos atletas de *trail running* demonstrou que as variáveis do bem-estar se correlacionam de forma linear e significativa com a RPE. Foi possível através do teste de *cooper* estimar o  $VO_{2m\acute{a}x}$  dos atletas de *trail running* portugueses, apresentando valores que corroboram a literatura. Por parte dos atletas relativamente à perceção subjetiva de esforço das provas os resultados apresentaram uma intensidade média. Verificou-se uma correlação linear negativa entre o  $VO_{2m\acute{a}x}$  e o *pace*, demonstrando que aumentos no consumo máximo de oxigénio traduz-se em melhorias no *pace* e no desempenho do atleta.

## 3.7 Referências

Ammann, R., Taube, W., Kummer, F., & Wyss, T. (2016). Accuracy of elevation recording using sport watches while walking and running on hilly and flat terrain. *Sports Engineering*, 19(4), 283–287.

Bandyopadhyay, A. (2015). Validity of Cooper's 12-minute run test for estimation

- of maximum oxygen uptake in male university students. *Biology of Sport*, 32(1), 59–63.
- Baquet, G., Van Praagh, E., & Berthoin, S. (2003). Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. *Sports Medicine*, 33(15), 1127–1143.
- Bartlett, J. D., O'Connor, F., Pitchford, N., Torres-Ronda, L., & Robertson, S. J. (2017). Relationships Between Internal and External Training Load in Team-Sport Athletes: Evidence for an Individualized Approach. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 230–234.
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 70–84.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ... Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2-161-S2-170.
- Campbell, B. I., Bove, D., Ward, P., Vargas, A., & Dolan, J. (2017). Quantification of Training Load and Training Response for Improving Athletic Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 39(5), 3–13.
- Castillo-Rodríguez, A., Alvero-Cruz, J., Hernández-Mendo, A., & Fernández-García, J. (2014). Physical and physiological responses in Paddle Tennis competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(2), 524–534.
- Cesar, J., Lima, B. De, Cesar, T., Menezes, B., Honorato, R. D. C., & Mortatti, A. L. (2015). Monitoramento da carga interna competitiva de uma equipe de basquetebol sub-17 durante os jogos escolares regionais. *Revista Do Departamento de Educação Física E Saúde E Do Mestrado Em Promoção Da Saúde Da Universidade de Santa Cruz Do Sul / Unisc*, 16(1), 15–19.
- Clemente, F. M., Mendes, B., Nikolaidis, P. T., Calvete, F., Carriço, S., & Owen, A. L. (2017). Internal training load and its longitudinal relationship with seasonal player wellness in elite professional soccer. *Physiology & Behavior*, 179, 262–267.
- Dantas, J. L., & Doria, C. (2015). Detection of the lactate threshold in runners:

- What is the ideal speed to start an incremental test? *Journal of Human Kinetics*, 45(1), 217–224.
- Easthope, C. S., Nosaka, K., Caillaud, C., Vercruyssen, F., Louis, J., & Brisswalter, J. (2014). Reproducibility of performance and fatigue in trail running. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 207–211.
- Gescheit, D. T., Cormack, S. J., Reid, M., & Duffield, R. (2015). Consecutive days of prolonged tennis match play: Performance, physical, and perceptual responses in trained players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(7), 913–920.
- Gonçalves, L., Barbosa, A., Sarmiento, H., Camões, M., & Clemente, F. M. (2017). Variações na carga interna e externa de treino entre futebolistas: o posicionamento importa? *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, (S1), 188–195.
- Gordon, D., Wightman, S., Johnstone, J., Espejo-sanchez, C., Beckford, C., Boal, M., ... Merzbach, V. (2017). Physiological and training characteristics of recreational marathon runners. *Journal of Sports Medicine*, 8, 231–241.
- Govus, A. D., Coutts, A., Duffield, R., Murray, A., & Fullagar, H. (2017). Relationship Between Pretraining Subjective Wellness Measures, Player Load, and Rating-of-Perceived-Exertion Training Load in American College Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 95–101.
- Halson, S. L. (2014a). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139–147.
- Halson, S. L. (2014b). Sleep in Elite Athletes and Nutritional Interventions to Enhance Sleep. *Sports Medicine*, 44(S1), 13–23.
- Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring Overtraining in Athletes: Recommendations. *Sports Medicine*, 20(5), 321–327.
- Hopkins, K. D. (1978). *Basic statistics for the behavioral sciences*. Boston: Allyn and Bacon.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042–1047.

- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583–592.
- Jeanette, M., Trinidad, J., Sánchez, J., Carlos, J., Rocío, B., Hernández-cruz, G., ... Reynoso-, L. F. (2017). Impact of the internal training load over recovery-stress balance in endurance runners. *Journal of Sport Psychology*, 26(4), 57–62.
- Kraft, G. L., & Roberts, R. A. (2017). Validation of the Garmin Forerunner 920XT Fitness Watch VO 2peak Test. *International Journal for Innovation Education and Research*, 5(2), 61–67.
- Kumar, P. (2015). Effect of fartlek training for developing endurance ability among athletes. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 2(2), 291–293.
- Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489–497.
- Malone, S., Hughes, B., Roe, M., Collins, K., & Buchheit, M. (2017). Monitoring player fitness, fatigue status and running performance during an in-season training camp in elite Gaelic football. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 229-236.
- Manzi, Vi., D'Ottavio, S., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Profile of Weekly Training Load in Elite Male Professional Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 0(0), 1–8.
- Pereira, L., Monteiro, A., Franca, J. E., Barreto, J., Pereira, R., & Machado, M. (2008). Correlation among the estimate VO<sub>2</sub>max for Cooper 12 minutes test and for YoYo Endurance Test L1 in soccer players. *The Brazilian Journal of Soccer Science*, 1(1), 33–41.
- Phibbs, P. J., Jones, B., Roe, G., Read, D., Darrall-Jones, J., Weakley, J., ... Till, K. (2018). The organised chaos of English adolescent rugby union: Influence of weekly match frequency on the variability of match and training loads.

*European Journal of Sport Science*, Ahead-of-Print, 1–8.

- Roos, L., Taube, W., Beeler, N., & Wyss, T. (2017). Validity of sports watches when estimating energy expenditure during running. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 1–8.
- Roos, L., Taube, W., Brandt, M., Heyer, L., & Wyss, T. (2013). Monitoring of Daily Training Load and Training Load Responses in Endurance Sports: What Do Coaches Want? *Schweizerische Zeitschrift Fur Sportmedizin Und Sporttraumatologie*, 61(4), 30–36.
- Rowlands, D. S., Pearce, E., Aboud, A., Gillen, J. B., Gibala, M. J., Donato, S., ... Tarnopolsky, M. A. (2012). Oxidative stress, inflammation, and muscle soreness in an 894-km relay trail run. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1839–1848.
- Saugy, J., Place, N., Millet, G. Y., Degache, F., Schena, F., & Millet, G. P. (2013). Alterations of Neuromuscular Function after the World's Most Challenging Mountain Ultra-Marathon. *PLoS ONE*, 8(6), e65596.
- Stellingwerff, T. (2012). Case Study : Nutrition and Training Periodization in Three Elite Marathon Runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(5), 392–400.
- Vernillo, G., Savoldelli, A., Skafidas, S., Zignoli, A., La Torre, A., Pellegrini, B., ... Schena, F. (2016). An Extreme Mountain Ultra-Marathon Decreases the Cost of Uphill Walking and Running. *Frontiers in Physiology*, 7, 530.
- Vesterinen, V., Hokka, L., Hynynen, E., Mikkola, J., Häkkinen, K., & Nummela, A. (2014). Heart rate-running speed index may be an efficient method of monitoring endurance training adaptation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1833–1838.

## **CAPÍTULO IV – DISCUSSÃO GERAL**

---



## 4.1 Discussão geral

Com esta investigação foram obtidos dados sobre a caracterização do treino e das provas em atletas de *trail running*. Esta informação poderá ajudar atletas e treinadores na monitorização do treino e conseqüentemente proporcionar o desenvolvimento da modalidade. Nesta lógica, caracterizaram-se os valores da carga de treino dos atletas ao longo de quatro microciclos de treino (capítulo 2). Na mesma linha e sendo uma variável que consideramos importante, foi avaliado o bem-estar dos atletas. Embora existam alguns estudos realizados no *trail running* (Vercruyssen et al., 2014), a literatura é escassa quanto aos estudos sobre a caracterização do treino, sendo esta a justificação para a pertinência da presente dissertação.

No que se refere ao estudo que procurou comparar as variações inter-semanais no que às cargas interna e externa e bem-estar diz respeito, os resultados obtidos demonstraram diferenças com efeito pequeno na distância total percorrida ( $p = 0,032$ ;  $\eta^2 = 0,062$ ), RPE semanal ( $p = 0,011$ ;  $\eta^2 = 0,078$ ) e carga interna das sessões ( $p = 0,025$ ;  $\eta^2 = 0,065$ ) nas diferentes semanas. Foi possível observar nos quatro microciclos de treino que a primeira semana foi a que obteve o maior número de metros percorridos pelos atletas (35159,57 metros), apresentando valores elevados de intensidade somada (9,49 na escala de Borg CR-10) e carga interna dos atletas (739,49 U.A.), demonstrando que em função do aumento da carga externa existe um incremento da carga interna do atleta (Cesar et al., 2015). Analisadas as sessões de treino semanais dos atletas, verificou-se que não existiram diferenças significativas nas variáveis da carga. Este facto refuta a literatura em estudos no ténis (Gomes et al., 2015) e no judo (Agostinho et al., 2015) que demonstraram variações da carga nas sessões de treino semanais. Os valores apresentados no nosso estudo relativos à carga interna por sessão de treino (treino 1: 209,68 U.A.; treino 2: 212,30 U.A.; treino 3: 219,49 U.A.), encontram-se em concordância com o estudo de Da Silva, Verri, Nakamura, e Machado (2014), que apresentam valores de carga interna de  $225,3 \pm 65,8$  U.A. por sessão.

Resultados semelhantes com os da carga de treino intra-semanal sucederam para as variáveis qualidade do sono, stress, fadiga, dor muscular e *hooper index*, em que não foram encontradas diferenças significativas entre os dias de treino da semana. Atendendo a estes factos, é importante salientar que

não existiram variações no bem-estar, nem na carga intra- e inter- semanal dos atletas de *trail running*, sugerindo que os atletas treinam com volumes e intensidades similares não adotando estratégias de variação da carga. Deste modo, o bem-estar tende a ter valores semelhantes entre sessões de treino e as semanas. Sendo objetivo dos atletas a melhoria da performance, considera-se relevante rever a metodologia de treino utilizada pelos atletas e seus treinadores, sendo esta uma das implicações práticas do presente trabalho. A literatura sugere que reduções no volume de treino, destacando os níveis de intensidade e frequência, causam melhorias na performance em períodos próximos à competição (Mujika et al., 2000), sendo recomendado também, na semana anterior a esta, reduzir a carga de treino otimizando as possibilidades da super-compensação (Hug et al., 2014).

Constata-se que para se conseguir melhorias na performance do atleta é de todo importante analisar a relação entre as variáveis relativas à carga interna e externa, percebendo ao mesmo tempo se estas se associam com o bem-estar. No capítulo 3, os resultados do estudo pelo coeficiente  $r$  de *Pearson* mostraram correlações entre as variáveis de bem-estar e as de carga de treino ao longo do mesociclo competitivo. Observou-se uma correlação linear e significativa, com magnitude pequena entre a qualidade do sono com a variável distância ( $r = 0,207$ ;  $p = 0,001$ ), duração ( $r = 0,153$ ;  $p = 0,001$ ), RPE ( $r = 0,287$ ;  $p = 0,001$ ) e carga interna ( $r = 0,249$ ;  $p = 0,001$ ). A variável stress apresentou uma correlação linear e significativa de magnitude pequena com a RPE ( $r = 0,217$ ;  $p = 0,001$ ). Quanto à fadiga, correlacionou-se de forma linear e significativa com magnitude pequena com RPE ( $r = 0,191$ ;  $p = 0,001$ ) e carga interna ( $r = 0,109$ ;  $p = 0,001$ ). No que concerne à dor muscular, as correlações são lineares e significativas de magnitude pequena com as variáveis ( $r = 0,134$ ;  $p = 0,003$ ), duração ( $r = 0,098$ ;  $p = 0,033$ ), RPE ( $r = 0,240$ ;  $p = 0,001$ ) e carga interna ( $r = 0,193$ ;  $p = 0,001$ ). No *hooper index*, verificou-se uma correlação linear e significativa com magnitude pequena nas variáveis distância ( $r = 0,120$ ;  $p = 0,009$ ), RPE ( $r = 0,279$ ;  $p = 0,001$ ) e carga interna ( $r = 0,188$ ;  $p = 0,001$ ). As correlações obtidas são concordantes com a literatura demonstrando associações da carga interna e externa com o bem-estar, uma vez que a qualidade do sono influencia positiva ou negativamente a performance do atleta (Halsen, 2014b), sendo que caso seja de forma negativa, poderá induzir fadiga mais rapidamente, ficando o atleta mais

sensível à dor muscular e fornecendo uma percepção errada da intensidade do treino devido ao stress (Halson, 2014a).

O  $VO_{2m\acute{a}x}$  estimado através do teste de *cooper* (12 minutos) nos atletas de *trail running*, apresentaram valores de  $59,56 \pm 6,43$  ml/kg/min<sup>-1</sup>. Comparando com a literatura em maratonistas masculinos, os resultados são superiores relativamente a este estudo, com valores entre os 70–85 ml/kg/min<sup>-1</sup> (Jones, 2009). Relativamente ao ritmo de prova, os atletas de *trail running* apresentaram um ritmo médio de  $7,38 \pm 2,04$  min/km, valor superior ao encontrado em atletas de estrada, que variam entre 4,21 min/km na meia maratona e 4,48 min/km na maratona (Dantas & Doria, 2015), diferença que pode resultar devido ao desnível e especificidade do terreno que são característicos do *trail running*.

Verificou-se neste estudo uma correlação linear negativa e significativa de magnitude média entre o  $VO_{2m\acute{a}x}$  e o *pace* durante provas no período de treino analisado ( $r = -0,396$ ,  $p = 0,015$ ). Segundo Bassett and Howley (2000), o  $VO_{2m\acute{a}x}$  é a variável mais importante no que diz respeito ao sucesso em provas de longas e médias distâncias. Considera-se tal afirmação determinante pelo que tal capacidade deve ser uma das variáveis de maior interesse a ser desenvolvida no âmbito do *trail running*.

Este trabalho pretende ser um contributo para a modalidade que nos últimos anos tem vindo a crescer no número de provas e praticantes (Hoffman & Wegelin, 2009). Nesta perspetiva de desenvolvimento, crê-se que deve existir também um aumento de investigações no *trail running*, permitindo um crescimento da modalidade sustentado em resultados científicos. Através das evidências encontradas, devem ser adotadas novas estratégias no que diz respeito ao planeamento e monitorização do treino por parte dos atletas e treinadores. O bem-estar do atleta deve ser uma variável presente quando se planeia o treino e provas, devendo também o atleta ser mais sensível para que possa gerir melhor a carga interna e externa.

As presentes investigações complementam-se na lógica da melhoria da performance do atleta, indicando que para se obter melhorias é necessário adotar metodologias de treino que possibilitem variações na carga de treino e no bem-estar, causando importantes adaptações fisiológicas no atleta. Neste sentido, incrementos no  $VO_{2m\acute{a}x}$  permitirá aumentos da frequência da passada em treino e prova, traduzindo-se em melhorias na performance.

## 4.2 Estudos futuros

Numa perspetiva futura, consideramos pertinentes investigações no *trail running* durante uma época competitiva, abrangendo o maior número de sujeitos avaliados. Sugerimos que deve ser incluído em futuros estudos o desnível acumulado por se tratar de uma variável específica e presente nos treinos e provas da modalidade. Para além do exposto, considera-se importante avaliar periodicamente os atletas no que às suas aptidões físicas diz respeito de forma a identificar a dose-resposta para o incremento das capacidades motoras determinantes à otimização da performance no *trail running*.

## 4.3 Implicações práticas

O presente trabalho possibilitou caracterizar a carga de treino e o bem-estar dos atletas de *trail running*, verificando também a associação entre as variáveis analisadas. Estas evidências poderão permitir aos atletas e treinadores adotar novas metodologias de treino com vista a atingir os objetivos propostos, podendo através dos instrumentos de avaliação HI, *session-RPE* e teste de *Cooper* monitorizar as cargas e o bem-estar e alterar o planeamento em caso de necessidade.

## 4.4 Conclusões gerais

As características que distinguem o *trail running* e o seu crescimento nos últimos anos conduziu ao interesse por caracterizar o perfil de treino de atletas desta modalidade. Neste contexto definiu-se como objetivo a caracterização da carga de treino dos atletas e o seu bem-estar. Verificamos que a literatura existente na modalidade de *trail running* incide mais sobre a composição corporal e os aspetos nutricionais, sendo o nosso objetivo fortalecer a área do treino. A produção de conhecimento nesta área poderá desenvolver novas metodologias de treino úteis para atletas e treinadores.

Os resultados obtidos e provenientes dos dois estudos, permitem compreender o perfil de carga de treino dos atletas, ajudando assim a colmatar as lacunas de conhecimento associadas à modalidade. Perante isto, este estudo possibilita uma reflexão por parte dos atletas e treinadores, no sentido de serem

implementadas novas metodologias de treino, sempre que o objetivo for a melhoria da performance e conseqüente melhores resultados em competição.

Por fim, achamos pertinente a continuidade de estudos no *trail running* na área do treino e abrir portas para futuros estudos no *trail running* na área dos desportos de natureza, no que diz respeito ao risco e segurança associados à modalidade, facultando assim um maior conhecimento da modalidade e o seu desenvolvimento.



## **CAPÍTULO V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---



## 5.1 Referências Bibliográficas

- Agostinho, M. F., Philippe, A. G., Marcolino, G. S., Pereira, E. R., Busso, T., Candau, R. B., & Franchini, E. (2015). Perceived Training Intensity and Performance Changes Quantification in Judo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1570–1577.
- Åkerstedt, T., Axelsson, J., Lekander, M., Orsini, N., & Kecklund, G. (2014). Do sleep, stress, and illness explain daily variations in fatigue? A prospective study. *Journal of Psychosomatic Research*, 76(4), 280–285.
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 70–84.
- Bertuzzi, R. C. de M., Silva, A. E. L., Abad, C. C. C., & Pires, F. de O. (2009). Metabolismo do lactato: Uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. *Revista Brasileira de Cineantropometria E Desempenho Humano*, 11(2), 226–234.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ... Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2-161-S2-170.
- Brandão, A. (2016). *Percepção do risco e segurança no Canyoning, a experiência e confiança necessária para a prática da modalidade*. Tese de doutoramento em Ciências do Desporto. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Buchheit, M., Chivot, A., Parouty, J., Mercier, D., Al Haddad, H., Laursen, P. B., & Ahmaidi, S. (2010). Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *European Journal of Applied Physiology*, 108(6), 1153–1167.
- Campbell, B. I., Bove, D., Ward, P., Vargas, A., & Dolan, J. (2017). Quantification of Training Load and Training Response for Improving Athletic Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 39(5), 3–13.
- Cesar, J., Lima, B. De, Cesar, T., Menezes, B., Honorato, R. D. C., & Mortatti, A. L. (2015). Monitoramento da carga interna competitiva de uma equipe de

- basquetebol sub-17 durante os jogos escolares regionais. *Revista Do Departamento de Educação Física E Saúde E Do Mestrado Em Promoção Da Saúde Da Universidade de Santa Cruz Do Sul / Unisc*, 16(1), 15–19.
- Charlot, K., Zongo, P., Leicht, A., Hue, O., & Galy, O. (2016). Intensity, recovery kinetics and well-being indices are not altered during an official FIFA futsal tournament in Oceanian players. *Journal of Sports Sciences*, 34(4), 379–388.
- Clemente, F. M., Mendes, B., Nikolaidis, P. T., Calvete, F., Carriço, S., & Owen, A. L. (2017). Internal training load and its longitudinal relationship with seasonal player wellness in elite professional soccer. *Physiology & Behavior*, 179, 262–267.
- Da Silva, D. F., Verri, S. M., Nakamura, F. Y., & Machado, F. A. (2014). Longitudinal changes in cardiac autonomic function and aerobic fitness indices in endurance runners: A case study with a high-level team. *European Journal of Sport Science*, 14(5), 443–451.
- Dantas, J. L., & Doria, C. (2015). Detection of the lactate threshold in runners: What is the ideal speed to start an incremental test? *Journal of Human Kinetics*, 45(1), 217–224.
- Dumke, C. L., Shooter, L., Lind, R. H., & Nieman, D. C. (2006). Indirect calorimetry during ultradistance running: A case report. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(4), 692–698.
- Easthope, C. S., Hausswirth, C., Louis, J., Lepers, R., Vercruyssen, F., & Brisswalter, J. (2010). Effects of a trail running competition on muscular performance and efficiency in well-trained young and master athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 110(6), 1107–1116.
- Easthope, C. S., Nosaka, K., Caillaud, C., Vercruyssen, F., Louis, J., & Brisswalter, J. (2014). Reproducibility of performance and fatigue in trail running. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 207–211.
- Fernstrom, M., Bakkman, L., Tonkonogi, M., Shabalina, I. G., Rozhdestvenskaya, Z., Mattsson, C. M., ... Sahlin, K. (2007). Reduced efficiency, but increased fat oxidation, in mitochondria from human skeletal muscle after 24-h ultraendurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 102(5), 1844–1849.

- Gomes, R. V., Moreira, A., Lodo, L., Capitani, C. D., Aoki, M. S., Foster, C., & Jenkins, D. (2015). Ecological Validity of Session RPE Method for Quantifying Internal Training Load in Tennis. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *10*(4), 729–737.
- Gordon, D., Wightman, S., Johnstone, J., Espejo-sanchez, C., Beckford, C., Boal, M., ... Merzbach, V. (2017). Physiological and training characteristics of recreational marathon runners. *Journal of Sports Medicine*, *8*, 231–241.
- Halson, S. L. (2014a). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, *44*(S2), 139–147.
- Halson, S. L. (2014b). Sleep in Elite Athletes and Nutritional Interventions to Enhance Sleep. *Sports Medicine*, *44*(S1), 13–23.
- Hoffman, M. D., & Wegelin, J. A. (2009). The Western States 100-Mile Endurance Run. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *41*(12), 2191–2198.
- Hug, B., Heyer, L., Naef, N., Buchheit, M., Wehrin, J. P., & Millet, G. P. (2014). Tapering for marathon and cardiac autonomic function. *International Journal of Sports Medicine*, *35*(8), 676–683.
- Jones, A. M. (2009). The Physiology of the World Record Holder for the Women's Marathon. *International Journal of Sports Science and Coaching*, *1*(2), 101–116.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, *29*(6), 373–386.
- Lopez, R. M., Casa, D. J., Jensen, K. A., DeMartini, J. K., Pagnotta, K. D., Ruiz, R. C., ... Maresh, C. M. (2011). Examining the Influence of Hydration Status on Physiological Responses and Running Speed During Trail Running in the Heat With Controlled Exercise Intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(11), 2944–2954.
- Maughan, R. J. (2010). Distance running in hot environments: A thermal challenge to the elite runner. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *20*(SUPPL. 3), 95–102.
- Millet, G. Y., Tomazin, K., Verges, S., Vincent, C., Bonnefoy, R., Boisson, R. C., ... Martin, V. (2011). Neuromuscular consequences of an extreme mountain ultra-marathon. *PLoS ONE*, *6*(2), e17059.

- Moreira, A., de Freitas, C. G., Nakamura, F. Y., & Aoki, M. S. (2010). Percepção de esforço da sessão e a tolerância ao estresse em jovens atletas de voleibol e basquetebol. *Revista Brasileira de Cineantropometria E Desempenho Humano*, 12(5), 345–351.
- Mujika, I. (2017). Quantification of Training and Competition Loads in Endurance Sports: Methods and Applications. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2-9-S2-17.
- Mujika, I., Goya, A., Padilla, S., Grijalba, A., Gorostiaga, E., & Ibañez, J. (2000). Physiological responses to a 6-d taper in middle-distance runners: influence of training intensity and volume. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 511.
- Nakamura, F. Y., Moreira, A., & Aoki, M. S. (2010). Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Revista Da Educação Física/UEM*, 21(1), 1-11.
- Okano, A. H., Altimari, L. R., Simões, H. G., De Moraes, A. C., Nakamura, F. Y., Cyrino, E. S., & Burini, R. C. (2006). Comparação entre limiar anaeróbio determinado por variáveis ventilatórias e pela resposta do lactato sanguíneo em ciclistas. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 12(1), 39–44.
- Paulin, S., Roberts, J., Roberts, M., & Davis, I. (2015). A case study evaluation of competitors undertaking an antarctic ultra-endurance event: Nutrition, hydration and body composition variables. *Extreme Physiology and Medicine*, 4(1), 1–11.
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gatin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281–291.
- Scharhag-Rosenberger, F., Meyer, T., Walitzek, S., & Kindermann, W. (2009). Time course of changes in endurance capacity: A 1-yr training study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(5), 1130–1137.
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 276–291.

- Sjödin, B., & Svedenhag, J. (1985). Applied Physiology of Marathon Running. *Sports Medicine*, 2(2), 83–99.
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135–2142.
- Vercruyssen, F., Easthope, C., Bernard, T., Bieuzen, F., Gruet, M., Brisswalter, J., ... Bernard, T. (2014). The influence of wearing compression stockings on performance indicators and physiological responses following a prolonged trail running exercise. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 144–150.
- Veronique, L. B., Demarle, A., Slawinski, J., Paiva, M., & Koralsztein, J.-P. (2001). Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(12), 2089–2097.
- Vesterinen, V., Hokka, L., Hynynen, E., Mikkola, J., Häkkinen, K., & Nummela, A. (2014). Heart rate-running speed index may be an efficient method of monitoring endurance training adaptation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1833–1838.