

José Augusto Afonso Bragada

CONTROLE E AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE *no treino da corrida de média ou longa distância*



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE BRAGANÇA



José Augusto Afonso Bragada

CONTROLE E AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE *no treino da corrida de média ou longa distância*



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE BRAGANÇA



2026
São Paulo

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

B813c

Bragada, José Augusto Afonso -

Controlo e avaliação da intensidade: no treino da corrida de média ou longa distância / José Augusto Afonso Bragada. – São Paulo: Pimenta Cultural, 2026.

Livro em PDF

ISBN 978-85-7221-691-3

DOI 10.31560/pimentacultural/978-85-7221-691-3

1. Atletismo. 2. Controlo da intensidade. 3. Corrida de média ou longa distância. 4. Prescrição do treino. 5. Avaliação fisiológica. I. Bragada, José Augusto Afonso. II. Título.

CDD: 796.42

Índice para catálogo sistemático:

I. Corridas

Júlia Marra Torres • Bibliotecária • CRB SP-011583/0

Copyright © Pimenta Cultural, alguns direitos reservados.

Copyright do texto © 2026 o autor.

Copyright da edição © 2026 Pimenta Cultural.

Esta obra é licenciada por uma Licença Creative Commons:
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional - (CC BY-NC-ND 4.0).
Os termos desta licença estão disponíveis em:
<<https://creativecommons.org/licenses/>>.
Direitos para esta edição cedidos à Pimenta Cultural.
O conteúdo publicado não representa a posição oficial da Pimenta Cultural.

Direção editorial	Patricia Biegging Raul Inácio Busarello
Editora executiva	Patricia Biegging
Gerente editorial	Landressa Rita Schiefelbein
Assistente editorial	Ana Flávia Pivisan Kobata Júlia Marra Torres
Diretor de criação	Raul Inácio Busarello
Assistente de arte	Naiara Von Groll
Editoração eletrônica	Stela Tiemi Hashimoto Kanada
Estágio em editoração	Emanuelle Vitória Miranda da Silva Rayssa Santos Arrais
Imagens da capa	ChatGPT - AI Generator, muhammad.abdullah - Magnific.com
Tipografias	Acumin, Gobold Extra1, Yorkten Slab
Revisão	Camila Bystronski
Autor	José Augusto Afonso Bragada

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Doutores e Doutoradas

Adilson Cristiano Habowski <i>Universidade La Salle, Brasil</i>	Bernadette Beber <i>Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil</i>
Adriana Flávia Neu <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>	Bruna Carolina de Lima Siqueira dos Santos <i>Universidade do Vale do Itajaí, Brasil</i>
Adriana Regina Vettorazzi Schmitt <i>Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil</i>	Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa <i>Universidade Federal da Paraíba, Brasil</i>
Aguimario Pimentel Silva <i>Instituto Federal de Alagoas, Brasil</i>	Caio Cesar Portella Santos <i>Instituto Municipal de Ensino Superior de São Manuel, Brasil</i>
Alaim Passos Bispo <i>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil</i>	Carla Wanessa do Amaral Caffagni <i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Alaim Souza Neto <i>Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil</i>	Carlos Adriano Martins <i>Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil</i>
Alessandra Knoll <i>Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil</i>	Carlos Jordan Lapa Alves <i>Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil</i>
Alessandra Regina Müller Germani <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>	Caroline Chioquetta Lorenset <i>Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil</i>
Aline Corso <i>Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil</i>	Cassia Cordeiro Furtado <i>Universidade Federal do Maranhão, Brasil</i>
Aline Wendpap Nunes de Siqueira <i>Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil</i>	Cássio Michel dos Santos Camargo <i>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil</i>
Ana Rosangela Colares Lavand <i>Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil</i>	Cecilia Machado Henriques <i>Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil</i>
André Gobbo <i>Universidade Federal da Paraíba, Brasil</i>	Christiano Martino Otero Avila <i>Universidade Federal de Pelotas, Brasil</i>
André Tanus Cesário de Souza <i>Faculdade Anhanguera, Brasil</i>	Cláudia Samuel Kessler <i>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil</i>
Andressa Antunes <i>Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil</i>	Cristiana Barcelos da Silva <i>Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil</i>
Andressa Wiebusch <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>	Cristiane Silva Fontes <i>Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil</i>
Andreza Regina Lopes da Silva <i>Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil</i>	Daniela Susana Segre Guertzenstein <i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Angela Maria Farah <i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>	Daniele Cristine Rodrigues <i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Anísio Batista Pereira <i>Universidade do Estado do Amapá, Brasil</i>	Dayse Centurion da Silva <i>Universidade Anhanguera, Brasil</i>
Antonio Edson Alves da Silva <i>Universidade Estadual do Ceará, Brasil</i>	Dayse Sampaio Lopes Borges <i>Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil</i>
Antonio Henrique Coutelo de Moraes <i>Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil</i>	Deilson do Carmo Trindade <i>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Brasil</i>
Arthur Vianna Ferreira <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil</i>	Diego Pizarro <i>Instituto Federal de Brasília, Brasil</i>
Ary Albuquerque Cavalcanti Junior <i>Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil</i>	Dorama de Miranda Carvalho <i>Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil</i>
Asterlindo Bandeira de Oliveira Júnior <i>Universidade Federal da Bahia, Brasil</i>	Edilson de Araújo dos Santos <i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Bárbara Amaral da Silva <i>Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil</i>	Edson da Silva <i>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil</i>

Elena Maria Mallmann

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Eleonora das Neves Simões

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Eliane Silva Souza

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Elvira Rodrigues de Santana

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Estevão Schultz Campos

Centro Universitário Adventista de São Paulo, Brasil

Éverly Pegoraro

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Fábio Santos de Andrade

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Fabrícia Lopes Pinheiro

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Fauston Negreiros

Faustidade de Brasília, Brasil

Felipe Henrique Monteiro Oliveira

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Fernando Vieira da Cruz

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Flávia Fernanda Santos Silva

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Gabriela Moysés Pereira

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Gabriella Eldereti Machado

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Germano Ehler Pollnow

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Geuciane Felipe Guerim Fernandes

Universidade Federal do Pará, Brasil

Geymeesson Brito da Silva

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Giovanna Ofretorio de Oliveira Martin Franchi

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Handherson Leylton Costa Damasceno

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Hebert Elias Lobo Sosa

Universidad de Los Andes, Venezuela

Helciclever Barros da Silva Sales

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasil

Helena Azevedo Paulo de Almeida

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Hendy Barbosa Santos

Faculdade de Artes do Paraná, Brasil

Humberto Costa

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Igor Alexandre Barcelos Graciano Borges

Universidade de Brasília, Brasil

Inara Antunes Vieira Willerding

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Jaziel Vasconcelos Dorneles

Universidade de Coimbra, Portugal

Jean Carlos Gonçalves

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Joao Adalberto Campato Junior

Universidade Brasil, Brasil

Jocimara Rodrigues de Sousa

Universidade de São Paulo, Brasil

Joelson Alves Onofre

Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

Jónata Ferreira de Moura

Universidade São Francisco, Brasil

Jonathan Machado Domingues

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

Jorge Eschriqui Vieira Pinto

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Juliana de Oliveira Vicentini

Universidade de São Paulo, Brasil

Juliano Milton Kruger

Instituto Federal do Amazonas, Brasil

Juliano Pizzano Ayoub

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Julierme Sebastião Morais Souza

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Junior César Ferreira de Castro

Universidade de Brasília, Brasil

Katia Bruginski Mulik

Universidade de São Paulo, Brasil

Laionel Vieira da Silva

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Lauro Sérgio Machado Pereira

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil

Leonardo Freire Marino

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Leonardo Pinheiro Mozdzenski

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Letícia Cristina Alcântara Rodrigues

Faculdade de Artes do Paraná, Brasil

Lucila Romano Tragtenberg

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Lucimara Rett

Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Luiz Eduardo Neves dos Santos

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Maikel Pons Giralt

Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil

Manoel Augusto Polastrelí Barbosa

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Marcelo Nicomedes dos Reis Silva Filho

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Márcia Alves da Silva

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Marcio Bernardino Sirino

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Marcos Pereira dos Santos

Universidad Internacional Iberoamericana del Mexico, México

Marcos Uzel Pereira da Silva

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marcus Fernando da Silva Praxedes

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Maria Aparecida da Silva Santandel

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Maria Cristina Giorgi

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

Maria Edith Maroca de Avelar

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Marina Bezerra da Silva

Instituto Federal do Piauí, Brasil

Marines Rute de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Maurício José de Souza Neto

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Michele Marcelo Silva Bortolai

Universidade de São Paulo, Brasil

Mônica Tavares Orsini

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Nara Oliveira Salles

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Neide Araujo Castilho Teno

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

Neli Maria Mengalli

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Patricia Biegging

Universidade de São Paulo, Brasil

Patricia Flavia Mota

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Patrícia Helena dos Santos Carneiro

Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Rainei Rodrigues Jadejiski

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Raul Inácio Busarello

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Ricardo Luiz de Bittencourt

Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil

Roberta Rodrigues Ponciano

Universidade Federal de Ubertândia, Brasil

Robson Teles Gomes

Universidade Católica de Pernambuco, Brasil

Rodiney Marcelo Braga dos Santos

Universidade Federal de Roraima, Brasil

Rodrigo Amancio de Assis

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Rodrigo Sarruge Molina

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rogério Rauber

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Rosane de Fatima Antunes Obregon

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Samuel André Pompeo

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Sebastião Silva Soares

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Silmar José Spinardi Franchi

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Simone Alves de Carvalho

Universidade de São Paulo, Brasil

Simoni Urnau Bonfiglio

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Stela Maris Vaucher Farias

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Tadeu João Ribeiro Baptista

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Taíza da Silva Gama

Universidade de São Paulo, Brasil

Tania Micheline Miorando

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tarcísio Vanzin

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Tascieli Feltrin

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tatiana da Costa Jansen

Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil

Tayson Ribeiro Teles

Universidade Federal do Acre, Brasil

Thiago Barbosa Soares

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Thiago Camargo Iwamoto

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

Thiago Medeiros Barros

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Tiago Mendes de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Vanessa de Sales Marruche

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Vanessa Elisabete Raue Rodrigues

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

Vania Ribas Ulbricht

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Vinicius da Silva Freitas

Centro Universitário Vale do Cricaré, Brasil

Wellington Furtado Ramos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Wellton da Silva de Fatima
Instituto Federal de Alagoas, Brasil

Wenis Vargas de Carvalho
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

Yan Masetto Nicolai
Universidade Federal de São Carlos, Brasil

PARECERISTAS E REVISORES(AS) POR PARES

Avaliadores e avaliadoras Ad-Hoc

Alcidinei Dias Alves
Logos University International, Estados Unidos

Alessandra Figueiró Thornton
Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Alexandre João Appio
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Artur Pires de Camargos Júnior
Universidade do Vale do Sapucaí, Brasil

Bianka de Abreu Severo
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Carlos Eduardo B. Alves
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil

Carlos Eduardo Damian Leite
Universidade de São Paulo, Brasil

Catarina Prestes de Carvalho
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil

Davi Fernandes Costa
Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, Brasil

Denilson Marques dos Santos
Universidade do Estado do Pará, Brasil

Domingos Aparecido dos Reis
Must University, Estados Unidos

Edson Vieira da Silva de Camargos
Logos University International, Estados Unidos

Edwins de Moura Ramires
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil

Elisiene Borges Leal
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Elizabete de Paula Pacheco
Universidade Federal de Ubertândia, Brasil

Elton Simomukay
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Francisco Geová Goveia Silva Júnior
Universidade Potiguar, Brasil

Indiamaris Pereira
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil

Jacqueline de Castro Rimá
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Jonas Lacchini
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil

Lucimar Romeu Fernandes
Instituto Politécnico de Bragança, Brasil

Marcos de Souza Machado
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Michele de Oliveira Sampaio
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Nívea Consuelo Carvalho dos Santos
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil

Pedro Augusto Paula do Carmo
Universidade Paulista, Brasil

Rayner do Nascimento Souza
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil

Samara Castro da Silva
Universidade de Caxias do Sul, Brasil

Sidney Pereira Da Silva
Stockholm University, Suécia

Suêlen Rodrigues de Freitas Costa
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Thais Karina Souza do Nascimento
Instituto de Ciências das Artes, Brasil

Viviane Gil da Silva Oliveira
Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Walmir Fernandes Pereira
Miami University of Science and Technology, Estados Unidos

Weyber Rodrigues de Souza
Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil

William Roslindo Paranhos
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Pimenta Cultural, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

SUMÁRIO

Abreviaturas.....	11
-------------------	----

Pedro Pinto

Prefácio	13
----------------	----

Introdução	15
------------------	----

CAPÍTULO 1

O volume de treino.....	22
-------------------------	----

CAPÍTULO 2

A frequência semanal	24
----------------------------	----

CAPÍTULO 3

A intensidade da carga de treino	25
--	----

3.1. O VO_2 max.....	26
------------------------	----

3.1.1. Conceito de VO_2 max.....	26
------------------------------------	----

3.1.2. Fatores determinantes do VO_2 max.....	27
---	----

3.1.2.1. O potencial genético.....	28
------------------------------------	----

3.1.2.2. Idade	29
----------------------	----

3.1.2.3. Gênero	30
-----------------------	----

3.1.2.4. Efeito do treino no VO_2 max.....	31
--	----

3.2. A $VelVO_2$ max	33
----------------------------	----

3.2.1. Conceito de $VelVO_2$ max.....	33
---------------------------------------	----

3.2.2. Avaliação do VO_2 max e $VelVO_2$ max.....	34
---	----

3.2.2.1. Avaliação do VO_2 max e da $VelVO_2$ max a partir de testes de terreno.....	38
---	----

3.3. O MaxLaSS e sua relação com a V4	40
3.3.1. Conceito de MaxLaSS e V4	40
3.3.2. Avaliação da V4.....	42
3.3.2.1. Protocolo de determinação da V4.....	43
3.3.3. A potência crítica (PCrítica) e a velocidade crítica (VCrítica)	44
3.3.1. Determinação da VCrítica (PCrítica).....	47
3.3.4. FCmax, FCReserva e FCLíquida — conceitos e avaliação.....	50
3.3.4.1. A FCmax.....	50
3.3.4.2. A FCReserva.....	52
3.3.4.3. A FCLíquida	55
3.3.4.4. Relação entre FCLíquida e intensidade do exercício	56
3.3.4.5. Estimativa do gasto energético a partir da FCLíquida.....	57
3.4. A Percepção subjetiva de esforço (PSE)	60
3.5. A velocidade da melhor marca (VMM).....	62

CAPÍTULO 4

Integração do volume com a intensidade:

o running stress score (RSS)	64
------------------------------------	----

CAPÍTULO 5

A prescrição da intensidade de treino

Considerações finais

Bibliografia

Sobre o autor



ABREVIATURAS

ACSM – *American College of Sport Medicine*

CO₂ – Dióxido de Carbono

bpm – Batimentos cardíacos por minuto

D' – Constante de curvatura (m)

FC – Frequência cardíaca

FCAlvo – Frequência cardíaca alvo

FCLíquida – Frequência cardíaca líquida

FCmax – Frequência cardíaca máxima

FCrepouso – Frequência cardíaca de repouso

FCReserva – Frequência cardíaca de reserva

GPS – Sistema de posicionamento global (*global positioning system*)

IPB – Instituto Politécnico de Bragança

MaxLaSS – *Maximum lactate steady state*

MET – *Metabolic equivalent of task* (equivalente energético em repouso)

PSE – Percepção subjetiva de esforço

R – Quociente respiratório

RSS – *Running Stress Score*

TMTD – Teoria e metodologia do treino desportivo



UC – Unidade curricular

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

VCrítica – Velocidade Crítica

V4 – Velocidade às 4 mmol/L de lactato sanguíneo

PCrítica – Potência Crítica

P4 - Potência às 4 mmol/L de lactato sanguíneo

VelVO₂max – Velocidade associada ao VO₂max

VMM – Velocidade da melhor marca

VO₂ – Consumo de oxigénio

VO₂max – Consumo máximo de oxigénio

VO₂Reserva - Consumo máximo de reserva

VO₂Repouso – Consumo de oxigénio em repouso

W' – Constante de curvatura (kj)



PREFÁCIO

O treino da corrida de média e longa distância tem conhecido, nas últimas décadas, uma evolução assinalável, fortemente impulsionada pelo desenvolvimento da investigação em Fisiologia do Exercício, Metodologia do Treino e Ciências do Desporto. Entre os diversos fatores que determinam o sucesso do processo de preparação, o controlo e a avaliação da intensidade assumem um papel absolutamente central, constituindo um dos pilares estruturantes do planeamento, da monitorização e da otimização do desempenho em modalidades de resistência.

A literatura científica tem demonstrado de forma consistente a relevância de variáveis como o consumo máximo de oxigénio VO_{2max} , a velocidade associada ao VO_{2max} , os limiares fisiológicos, a frequência cardíaca, a perceção subjetiva de esforço e, mais recentemente, conceitos como a velocidade crítica, enquanto referências fundamentais para a prescrição e regulação da carga de treino. Contudo, a abundância de informação disponível nem sempre se traduz em uma aplicação clara e coerente no terreno. É precisamente nesse ponto que a presente obra assume particular relevância.

O Professor José Bragada apresenta-nos um trabalho que articula, de forma rigorosa e sistematizada, os fundamentos fisiológicos do treino de resistência com a sua aplicabilidade prática no contexto real do treino. Ao longo dos diferentes capítulos, o leitor encontra uma análise crítica dos principais métodos e instrumentos de controlo da intensidade, bem como exemplos concretos e quadros comparativos que facilitam a tomada de decisão por parte do treinador. Essa ponte entre ciência e prática constitui, a meu ver, uma das maiores virtudes do livro.

A Federação Portuguesa de Atletismo tem reforçado de forma consistente a importância da formação contínua de treinadores, desde os escalões de formação até o alto rendimento. Obras como esta contribuem decisivamente para esse desígnio, ao disponibilizarem uma base conceptual sólida, atualizada e sustentada na evidência científica, simultaneamente orientada para a realidade do treino cotidiano.

O Professor não fala apenas como investigador e escritor, mas também enquanto praticante de corrida de média e longa distância há mais de quatro décadas, com participação em dezenas de provas, sobretudo nas distâncias entre os 10 km e a maratona. Essa dupla perspetiva — de quem viveu o treino na prática e o analisou no plano científico — reforça a convicção de que o domínio rigoroso do controlo da intensidade é determinante para a evolução sustentada do desempenho, para a prevenção do excesso de carga e para a longevidade desportiva.

Estou certo de que *Controlo e Avaliação da Intensidade no Treino da Corrida de Média ou Longa Distância* se afirmará como uma referência para treinadores, atletas, estudantes e profissionais das Ciências do Desporto, contribuindo para uma utilização mais consciente, criteriosa e eficaz das diferentes estratégias de monitorização da intensidade.

Fevereiro de 2026,

Pedro Pinto

O Diretor Técnico Nacional
da Federação Portuguesa de Atletismo

INTRODUÇÃO

Em modalidades desportivas individuais, de média ou longa distância, como é o caso das corridas, a par do que acontece noutras modalidades, o rendimento desportivo, bem como a sua modificação, depende de um grande número de fatores que, na sua interação complexa, determinam o nível de desempenho do sujeito. Apesar da reconhecida influência dos fatores genéticos e do envolvimento, o treino desportivo pode contribuir consideravelmente para a adaptação progressiva do organismo à carga de treino e, por consequência, modificar o rendimento.

Embora pensado para aplicação no Atletismo, o conteúdo da obra *Controlo e avaliação da intensidade no treino da corrida de média ou longa distância* é passível de ser aplicado noutras modalidades desportivas cíclicas individuais, como sejam o ciclismo, a natação, o remo, a canoagem ou outras.

No controlo e avaliação da carga de treino, as variáveis fundamentais são o volume, a frequência semanal e a intensidade. Volume é definido como a quantidade mensurável do treino realizado, contabilizado por exercício, por sessão, por microciclo ou outra estrutura da planificação ainda maior. Geralmente, o volume de treino é expresso em unidades de distância, de tempo, número de repetições, de séries, ou peso acumulado superado. A frequência semanal reporta-se para o número de sessões de treino por semana. A intensidade refere-se ao grau de exigência relativa de um determinado exercício ou grupo de exercícios, refletindo o grau de concentração de trabalho no tempo. Normalmente, tem como referência o desempenho em uma variável “máxima” ou mesmo “submáxima”, e é expressa em percentagem desse valor. Manno (1990) denomina esse valor como “capacidade potencial máxima”.

A intensidade da carga de treino pode ser doseada, tendo em conta diferentes variáveis, que vão servir de referência para o cálculo

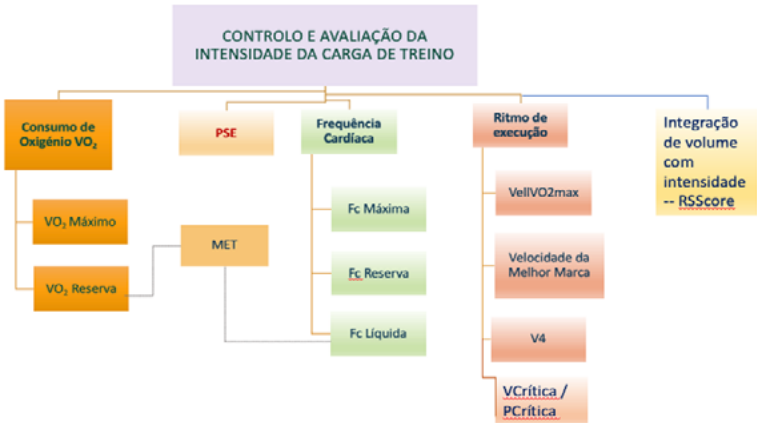
de intensidades submáximas. Esse cálculo é feito quase sempre em percentagem. O valor de 100% de intensidade corresponde ao valor da variável avaliada e, a partir desse valor, são determinadas outras porcentagens, ou feitas zonas de intensidade de treino.

Nas modalidades desportivas fortemente dependentes do metabolismo aeróbio, como é o caso das corridas de média ou longa distância, as variáveis mais utilizadas como referência para orientação da prescrição são: $VO_2\text{max}$ (consumo máximo de oxigénio), $VelVO_2\text{max}$ (velocidade ao consumo máximo de oxigénio), $MaxLaSS$ (*maximum lactate steady state*), $V4$ (velocidade a 4mmol de lactato no sangue), $VCrítica$ (velocidade crítica), $PCrítica$ (potência crítica), $FC\text{max}$ (frequência cardíaca máxima); $FC\text{Reserva}$ (frequência cardíaca de reserva); $FCLíquida$ (frequência cardíaca líquida), PSE (percepção subjetiva de esforço), e VMM (velocidade da melhor marca) em uma determina distância.

Vamos apresentar, também, uma variável “mista”, que integra no mesmo valor o volume e a intensidade, o *running stress score* (RSS).

Na figura 1, esquematizamos as diferentes formas de controlo e avaliação da intensidade da carga de treino, que vamos ter em consideração neste documento.

Figura 1 — Diversas formas de controlo e avaliação da intensidade da carga de treino



Fonte: elaborado pelo autor (2026).

O VO_2max é o parâmetro fisiológico tradicionalmente mais associado ao rendimento desportivo (Houmard *et al.*, 1991). Uma razão fundamental remete-nos para o facto de um elevado VO_2max ser considerado como pré-requisito para obtenção de resultados de elite, em modalidades de resistência (*endurance*) (Brooks *et al.*, 2004). Com efeito, valores elevados no VO_2max são registados em competidores de ambos os sexos, em vários tipos de provas de média e longa duração (McCardle, 1994). No entanto, apesar de ser reconhecida a grande importância desse parâmetro no rendimento, não significa que seja sempre o fator mais discriminante da prestação desportiva. Noakes (1988), tendo em conta resultados de vários estudos, refere que, em grupos heterogêneos, com marcadas diferenças nas capacidades individuais, o VO_2max é um bom preditor do rendimento, mas que, em grupos de sujeitos com prestações semelhantes, isso já não se verifica. No mesmo sentido, outros estudos parecem indicar que, embora importante, o VO_2max , por si só, não é o fator mais determinante da modificação do rendimento em provas aeróbias de intensidade submáxima. Nesse sentido, para além do VO_2max , outros parâmetros têm sido estudados, dos quais se destacam a VelVO_2max (Jones, 1998) e a V_4 (Bragada *et al.*, 2010).

O estudo da VelVO_2max começou a ter relevância a partir do momento em que se constatou a sua forte correlação com a prestação em corridas de média ou longa distância (Lacour *et al.*, 1991). Por VelVO_2max entende-se a velocidade mínima, mas suficiente, para solicitar o VO_2max , em um protocolo contínuo de intensidade progressiva (Billat *et al.*, 1999). Aquela correlação revelou-se particularmente forte nas distâncias compreendidas entre 2000m a 3000m, verificando-se, nesse caso, uma grande proximidade de ambos os valores (Billat *et al.*, 1999), permitindo uma estimacão da VelVO_2max a partir da velocidade de provas compreendidas entre aquelas distâncias. Os estudos longitudinais acerca desse parâmetro são pouco frequentes (Jones, 1998); em todo caso, os que estão disponíveis na literatura sugerem uma associação direta entre as alterações na VelVO_2max e as modificações no rendimento (Bragada *et al.*, 2010).

A prescrição da intensidade do treino em percentagem da $VelVO_{2max}$ é bastante frequente e fácil, principalmente porque podem se expressar nas mesmas unidades (por exemplo, em: km/h). Por outro lado, a $VelVO_{2max}$ pode ser estimada a partir de provas de terreno, sem quaisquer meios laboratoriais.

Outro parâmetro, muito utilizado para avaliação da capacidade aeróbia, é o MaxLaSS. Esse valor pode ser estimado pela V4. Tanto o MaxLaSS como a V4 são parâmetros muito correlacionados com o resultado em provas de corrida de média ou longa distância (Lacour *et al.*, 1991; Bragada *et al.*, 2010). A avaliação periódica desse parâmetro é, actualmente, para muitos atletas, um procedimento de rotina. Bourdon (2000) justifica essa grande popularidade na sua determinação, principalmente, porque: (i) é um parâmetro acentuadamente correlacionado com o desempenho competitivo; (ii) pode servir como indicador da adaptação ao treino; (iii) e porque pode ser utilizado como referência para a determinação de um estímulo óptimo de treino. Em termos longitudinais, a sua apreciação parece constituir-se como um fator determinante nas alterações do rendimento (Santos, 1996; Bragada *et al.*, 2010).

A VCrítica e a PCrítica são duas variáveis com grandes semelhanças. Podem ser usadas na avaliação da intensidade. Distinguem-se, principalmente, porque a VCrítica é calculada com base em valores de velocidade e a PCrítica é calculada a partir de valores de potência. Ambos os conceitos se referem a um valor "limiar" de intensidade de carga que, teoricamente, o organismo poderia suportar indefinidamente ao longo do tempo (Jones; Vanhatalo, 2017). De uma forma geral, esses valores, de VCrítica e PCrítica, são próximos dos valores da V4 e P4, respetivamente.

A frequência cardíaca tem sido amplamente utilizada no controlo e avaliação do treino em diversas modalidades desportivas, incluindo a corrida. Por ser uma variável relativamente independente da tarefa, permite o controlo da intensidade da carga de treino

mesmo em situações em que a quantificação objetiva do esforço se revela mais difícil.

Relativamente à FCmax, é importante considerar que, embora apresente variabilidade interindividual, a sua magnitude não sofre alterações significativas em resposta ao treino, sendo influenciada predominantemente pela idade. Consequentemente, atletas com valores idênticos de FCmax podem evidenciar desempenhos desportivos bastante diferentes.

A monitorização da FC, ao longo do tempo, no mesmo atleta e perante a realização da mesma carga, pode fornecer indicações preciosas sobre a evolução da capacidade de rendimento e do processo de treino. Por seu lado, a avaliação da FC em protocolos progressivos permite estabelecer uma relação entre a evolução da FC, a intensidade do exercício e o VO_2 . A relação entre essas três variáveis é linear, o que vai permitir, por exemplo, prescrever intensidade de treino em percentagem do VO_2max , indicando a FC que lhe corresponde.

Apesar de a FCmax ser bastante usada como referência, no controlo da intensidade, em muitos casos, tem mais sentido prescrever a intensidade tendo em conta a FCReserva ou a FClíquida.

A percepção subjetiva de esforço (PSE) surge, no contexto da avaliação e controlo da intensidade, como uma variável facilmente aplicável em diversos contextos. A apreciação da sensação do nível de esforço sentido pelo próprio atleta é, em alguns casos, a única forma de controlo do treino. A utilização das escalas de PSE tem algumas vantagens como: podem ser utilizadas durante e após o exercício, após a sessão de treino, e são de muito fácil aplicação. A PSE pode ser um complemento valioso de avaliação e controlo do treino, no entanto, implica algum tempo para familiarização com esse procedimento.

A forma mais simples de controlo e avaliação do treino consiste na realização de provas, com distâncias semelhantes àquelas

em que o atleta pretende melhorar o seu rendimento. A partir dessas provas, obtém-se a VMM, em uma determinada distância, a qual pode posteriormente servir de referência para a prescrição da intensidade em alguns tipos de treino. A participação regular e periódica em competições permite ao treinador, e ao atleta, acompanhar a evolução do desempenho e retirar ilações sobre o efeito do processo de treino.

O RSS é uma variável “mista”, no sentido de que integra no mesmo valor o volume e a intensidade. A combinação do volume e da intensidade na mesma variável tem todo o sentido e pode fornecer indicações mais robustas sobre o impacto do treino do que quando se aprecia o volume ou a intensidade de forma isolada. O RSS é expresso pelo produto de uma medida de volume com uma medida da intensidade. De facto, o “estresse” que o organismo sofre em resultado do treino depende, em grande medida, do volume e da intensidade verificadas na sessão de treino. Esse estresse pode ser quantificado e servir para apreciar o grau de exigência do treino ao longo do tempo. A quantificação é feita tendo como referência a intensidade mais elevada que o atleta consegue manter durante uma hora. A um esforço com essas características é atribuído o valor de RSS igual a “100”.

As principais metas que nos propusemos a atingir com a elaboração do presente documento foram as seguintes:

- Compreender a importância da avaliação e controlo do volume, da frequência semanal e da intensidade da carga de treino, na qualidade do processo de treino, em modalidades desportivas individuais de média ou longa distância, como é o caso das corridas.
- Identificar e caracterizar variáveis utilizadas no controlo e avaliação do volume da carga de treino, como sejam:
 - a. a distância;

- b. a duração;
 - c. número de repetições/séries.
- Identificar e caracterizar variáveis utilizadas no controle e avaliação da intensidade da carga de treino, como sejam:
 - a. O consumo máximo de oxigénio (VO_2max) e a velocidade a que ocorre o VO_2max (VelVO_2max);
 - b. O desempenho associado ao MaxLaSS —valor de intensidade mais alto possível, mas no qual ainda ocorre uma estabilização do lactato sanguíneo ao longo do tempo, estimado pelo valor associado a 4 mmol/L de lactato sanguíneo (velocidade V4);
 - c. VCrítica PCrítica ;
 - d. A Frequência Cardíaca: FCmax ; FCReserva ; FCLíquida ;
 - e. A VMM;
 - f. A PSE.
- Identificar e caracterizar variáveis “mistas” (integração de volume e intensidade), utilizadas no controle e avaliação da carga de treino, como seja o RSS.
- Conhecer protocolos de avaliação das diferentes variáveis.
- Conhecer formas usuais de cálculo da intensidade de treino, tendo como referência os valores das variáveis abordadas.

1

O VOLUME DE TREINO

O volume de treino é uma característica fundamental do treino desportivo. Determina-se pela contabilização da totalidade de trabalho realizado, seja em um exercício, em uma sessão, em um microciclo ou em outra estrutura da planificação ainda maior (Bompa, 1994). No caso das corridas, pode expressar-se em distância percorrida (por exemplo, medida em quilómetros), ou em tempo despendido na realização dos exercícios de treino (por exemplo, medido em horas).

A monitorização do volume é importante para o treinador e para os atletas, pois pode ajudar na caracterização e evolução do processo de treino. Apesar de o controlo do treino não poder ser feito exclusivamente à custa da apreciação do volume, este, combinado com a intensidade, fornece indicações objetivas, que o treinador pode ter em conta na avaliação e prescrição do treino.

O volume da maioria das sessões de treino dos corredores de média e longa distância situa-se entre uma duração de uma hora a uma hora e meia; se medido em distância, as sessões de treino contínuo variam entre os 10km e os 15km. No entanto, temos de ter presente que a variação do volume de treino pode ser bastante diferente de corredor para corredor, dependendo dos objetivos, disponibilidade, capacidades e do nível qualitativo dos atletas. Treinos mais longos costumam predominar em corredores de maratona, relativamente a corredores de distâncias mais curtas, como sejam corredores de 5km ou 10km.

A monitorização dos volumes de treino (na sessão, no micro-ciclo, ou outros períodos) permite ao treinador ajustar o impacto do treino. De uma forma geral, o volume de treino vai aumentando com a idade do atleta (em jovens), ou durante os primeiros anos de treino, tendendo para uma estabilização. Até determinado ponto, o volume e a intensidade podem evoluir a par; após o qual um aumento drástico do volume apenas é possível pela diminuição da intensidade.

2

A FREQUÊNCIA SEMANAL

A frequência semanal refere-se ao número de sessões de treino realizadas em uma semana. A maioria dos corredores de nível médio ou alto realiza cinco ou mais sessões de treino por semana. Atletas de nível elevado podem chegar a realizar 10 a 12 sessões de treino por semana. Isso significa que, pelo menos em alguns dias, realizam treino diário.

O efeito do treino depende, em grande parte, da conjugação do volume semanal com a intensidade. A alteração ou modificação da frequência de treino semanal é determinante no rendimento do atleta. É comum um aumento doseado da frequência semanal ao longo do tempo, nomeadamente em atletas jovens ou em outros durante os primeiros anos de treino.

3

A INTENSIDADE DA CARGA DE TREINO

A intensidade da carga de treino pode ser determinada a partir da avaliação de diversas variáveis, algumas associadas a parâmetros fisiológicos, outras resultantes da avaliação do ritmo de realização do exercício, como seja a velocidade ou a potência.

Neste documento, vamos abordar as formas de avaliação e controle da intensidade da carga de treino, tendo como referência o $VO_2\text{max}$, a $VelVO_2\text{max}$, o $MaxLaSS$ (expresso pela $V4$), a $VCrítica$ (e $PCrítica$), a VMM e o RSS . Relativamente a cada variável, vamos definir o conceito e formas de avaliação.

3.1. O VO_2MAX

3.1.1. CONCEITO DE VO_2MAX

O consumo máximo de oxigénio, frequentemente designado por VO_2max , refere-se à capacidade máxima dos músculos ativos de determinado sujeito em captar, transportar e utilizar o oxigénio (ACSM, 2018). O VO_2max é a medida do metabolismo aeróbio referenciado ao tempo, sendo, por isso, frequentemente referido como expressão da potência máxima aeróbia. A sua determinação implica que o sujeito seja submetido a um esforço máximo, pelo que devemos ter presente que, nessas condições, o custo energético total não está unicamente associado à potência aeróbia, dependendo também do contributo do metabolismo anaeróbio. Uma avaliação rigorosa do VO_2max pressupõe a medição direta das trocas gasosas durante a ventilação, nomeadamente das fracções inspiratórias e expiratórias do O_2 e do CO_2 , durante um exercício de intensidade progressiva, até a exaustão (Baumgartner; Jackson, 1991). Uma vez que a determinação do VO_2max implica a realização de esforços máximos, são definidos, normalmente, alguns critérios no sentido de avaliar se esse estado foi ou não atingido. O critério principal é o da ocorrência de um *plateau* no VO_2max , isto é, a observação de uma estabilização do VO_2 no final do teste, apesar de um incremento na intensidade do esforço. No entanto, o facto de, em aproximadamente 50% dos sujeitos, o VO_2 não estabilizar nos níveis mais elevados (Gibson *et al.*, 1999), levou ao estabelecimento de critérios secundários, geralmente os seguintes (Brooks *et al.*, 2004): (i) estado de exaustão através da PSE e da apreciação dos sintomas de fadiga; (ii) lactatemia acima de 8mm/L; (iii) R superior a 1,1 na parte final do teste; e (iv) FC no final do teste superior a 90% da FC teórica máxima estimada.

O VO_2max pode ser expresso de forma “absoluta” (VO_2 absoluto - em L/min), ou de forma “relativa” (VO_2 relativo - em ml/kg/min). Essa forma é obtida ponderando o valor absoluto por quilograma de peso corporal e convertendo “litro” para “mililitro”. A comparação do VO_2max entre sujeitos apenas é possível comparando o VO_2 relativo. O VO_2 relativo pode ser calculado a partir do VO_2 absoluto e do peso do atleta, da seguinte forma:

$$\text{VO}_2 \text{ relativo (ml/kg/min)} = \text{VO}_2 \text{ absoluto (L/min)} \times 1000 / \text{peso do atleta (kg)}$$

3.1.2. FATORES DETERMINANTES DO VO_2MAX

Vários fatores influenciam o valor do VO_2max . Os mais importantes são o potencial genético, o nível de treino, a composição corporal, o gênero e a idade (Vuorimaa *et al.*, 2000). As características do protocolo utilizado também podem afetar o valor final.

O VO_2max pode ser avaliado na realização de diversas tarefas. No entanto, o seu valor pode ser influenciado por alguns fatores metodológicos como o tipo de exercício, a percentagem de musculatura envolvida, ou a duração do teste (Robergs; Roberts, 1997), entre outros. Por exemplo, as variações no VO_2max durante a realização de diferentes formas de exercício refletem a quantidade de massa muscular envolvida nessa tarefa (Mcardel *et al.*, 1994). Assim, a determinação do VO_2max , no mesmo sujeito, com diferentes procedimentos e baseada em diferentes exercícios, pode resultar em valores diferentes. Um VO_2max com valor 10–15% menor acontece, geralmente, quando avaliado em cicloergômetro, relativamente ao valor obtido em tapete rolante. Por seu lado, o grau de incremento da carga, a duração dos patamares e a intensidade do primeiro patamar não parecem exercer uma influência significativa no resultado.

Em suma, é possível avaliar o VO_2max a partir de vários tipos de exercícios, desde que se tenha em conta as seguintes condições: (i) o exercício deve envolver, pelo menos, 50% da massa muscular total; (ii) deve ser cíclico, contínuo e com uma duração entre os (10-15min); (iii) deve ser realizado em condições experimentais estandardizadas e agradáveis (Brooks *et al.*, 2004).

3.1.2.1. O potencial genético

O contributo relativo das componentes genéticas e do envolvimento na expressão de parâmetros fisiológicos e do rendimento não está, ainda, precisamente determinado. No entanto, alguns estudos efectuados em gémeos apontam para uma importante dependência genética das capacidades físicas individuais, face à evidência da importância da heritabilidade, que é possível de apreciar em algumas expressões fenotípicas, entre as quais o VO_2max (Maia *et al.*, 2001).

A dependência genética do VO_2max não significa que cada indivíduo terá um exacto VO_2max , cujo valor não poderá ser excedido, mas sim que o valor individual, provavelmente, cairá dentro de determinada amplitude. Por seu lado, os valores excepcionalmente elevados da capacidade funcional, verificada nos atletas de elite, não reflectem, certamente, apenas os efeitos do treino. A esse propósito, Maia *et al.* (2001) referem que, apesar de uma grande amplitude nos valores da heritabilidade encontrados em diferentes estudos, a estimativa da variação do VO_2max que pode ser explicada por factores genéticos é, no melhor dos casos, de 50%. Da mesma forma, Wilmore e Costill (1994) referem que a heritabilidade contribui com 25–50% da variância dos valores do VO_2max .

De uma forma geral, podemos referir que, em conjunto, os factores genéticos e do envolvimento influenciam o VO_2max . Os primeiros, provavelmente, definindo as potencialidades do atleta,

enquanto os segundos, nomeadamente o treino, arrastando esses valores para uma zona superior. A combinação de elevado potencial genético, com um processo de treino adequado, pode justificar os valores mais elevados em atletas de elite.

3.1.2.2. Idade

O VO_2max absoluto (L/min) evolui com a idade, geralmente, até a adolescência, (Malina; Bouchard, 1991), de forma diferente nos rapazes e nas raparigas. Os autores, após apreciação de vários estudos longitudinais, concluem que, nos rapazes, se confirma um incremento consistente no valor do VO_2max (L/min) dos 8 aos 16–18 anos. Nas raparigas, a estabilização do VO_2max acontece um pouco mais cedo, por volta dos 14 anos. Robergs e Roberts (1997b) referem que a taxa de incremento do VO_2max (L/min) é semelhante, em ambos os sexos, até a idade de 12 anos. A partir daí, o incremento nos rapazes continua até os 18 anos, enquanto nas raparigas praticamente estabiliza a partir dos 14 anos.

Quando o valor do VO_2max é relativizado ao peso corporal (ml/kg/min), as diferenças relacionadas com o crescimento desaparecem quase completamente. Armstrong (1998) apreciou os valores do VO_2max relativo entre os 6 e os 16 anos e verificou que permanecem estáveis, principalmente nos rapazes. No entanto, observou uma grande heterogeneidade de valores em cada idade e um inequívoco declínio nas raparigas a partir dos 12–14 anos. Assim, esse autor conclui que a avaliação e interpretação da aptidão aeróbia é complexa e que depende, fundamentalmente, da idade cronológica, maturação e composição corporal.

Malina e Bouchard (1991) referem que, independentemente da forma de expressão do VO_2max , é visível uma forte dispersão dos valores individuais em todas as idades. O desvio padrão geralmente atinge os 15% dos valores médios, o que significa que

algumas crianças/jovens obtêm valores muito diferentes dos valores médios para a sua idade e sexo. Por essas razões, algumas raparigas obtêm valores superiores a alguns dos seus pares do sexo masculino, apesar de, em termos médios, apresentarem valores significativamente mais baixos.

Nos adultos, o VO_2max tende a decrescer com a idade, principalmente a partir dos 25-30 anos (Kasch *et al.*, 1995; Jackson *et al.*, 1996). Esse facto parece ocorrer, também, em sujeitos treinados (Pollock *et al.*, 1997). A taxa média de declínio do VO_2max , com a idade, situa-se à volta de 10% por década e parece ser independente do nível de treino dos sujeitos. No entanto, os indivíduos treinados apresentam valores superiores de VO_2max , relativamente aos sedentários em todas as idades.

Perante o exposto, e de forma global, podemos sintetizar que o VO_2max cresce normalmente até a adolescência. A partir daí, até o estado adulto, o VO_2max relativo parece estabilizar, ou mesmo decrescer nas raparigas. Nos adultos, a partir dos 25-30 anos, ocorre, geralmente, um decréscimo de aproximadamente 10% por década, tanto em sujeitos treinados como sedentários.

Em sujeitos treinados, a tendência para a estabilização do VO_2max a partir dos 25-30 anos também parece ocorrer. Nesses casos, a eventual melhoria do rendimento pode ser explicada pela melhoria em outros parâmetros relacionados com a eficiência do movimento.

3.1.2.3. Género

O VO_2max varia significativamente conforme o sexo dos sujeitos. Os valores médios de referência para jovens masculinos situam-se entre 40 e 65 ml/kg/min; as raparigas apresentam valores entre 35 e 55 ml/kg/min (Billat, 1991).

Armstrong (1998) refere que o VO_2max nos rapazes, a partir dos 11 anos, é significativamente superior ao das raparigas. A tendência para uma superioridade, nos sujeitos do sexo masculino, continua a verificar-se durante a fase adulta e terceira idade (Astrand *et al.*, 1997).

Os valores do VO_2max das mulheres são, geralmente, 15 a 30% inferiores aos dos homens. Em atletas bem treinados, essa diferença situa-se entre os 15 e 20% (Mcardle *et al.*, 1994), acentuando-se ainda mais se o VO_2max for expresso em valores absolutos (L/min).

As diferenças no VO_2max são atribuídas, geralmente, às diferenças na composição corporal e na quantidade de hemoglobina no sangue. Por seu lado, Brooks *et al.* (2004) referem que o incremento do VO_2max nos rapazes durante a puberdade se deve, fundamentalmente, ao aumento da massa muscular e tamanho do coração.

Em síntese, uma apreciação global permite-nos salientar que, em crianças e jovens, é observada uma superioridade no VO_2max dos rapazes relativamente às raparigas, tanto em termos absolutos quanto em termos relativos. Em adultos, é frequente encontrar valores de VO_2max 10–15% superiores nos homens, persistindo a mesma tendência em sujeitos treinados.

3.1.2.4. Efeito do treino no VO_2max

O treino desportivo tem como finalidade última a obtenção do melhor rendimento possível. Tem em conta as possibilidades (potencialidades) do sujeito e serve-se dos meios, métodos e condições para influenciar o processo de desenvolvimento das capacidades do atleta e, por conseguinte, melhorar o nível de prestação desportiva. Assim, as possibilidades de incremento do VO_2max pelo treino são possíveis, mas limitadas. Brooks *et al.* (2004) referem que o máximo de incremento possível do VO_2max , como resultado do

treino, se situa à volta de 20%, podendo ser superiores se a aptidão inicial do sujeito é baixa.

A melhoria do VO_2max por influência do treino depende do nível de aptidão inicial, bem como da qualidade do treino, a que o indivíduo esteve sujeito aquando do início do programa. A magnitude do incremento, em adultos, é inversamente relacionada com o nível de atividade física habitual e com o valor de pré-treino do VO_2max (Rowland, 1996), ou seja, um mesmo programa de treino terá repercussões cada vez menores conforme aumenta o nível de treino do sujeito.

Habitualmente, o valor mais elevado no VO_2max , em determinado sujeito, ocorre em um prazo de 18 meses de treino intenso de resistência (*endurance*). No entanto, o rendimento pode continuar a evoluir por um período adicional de vários anos. Essa melhoria do rendimento, sem incremento do VO_2max , deve-se, fundamentalmente, a melhorias que podem acontecer na eficiência do movimento e no MaxLaSS, que permitem sustentar o esforço a porcentagens cada vez mais próximas do VO_2max (Wilmore; Costill, 1994).

Embora a maioria dos estudos relatem uma melhoria do VO_2max , associada a períodos de treino de resistência, a intensidade e o volume óptimos para o seu desenvolvimento não são precisamente conhecidos. As recomendações da ACSM (2018) referem que melhorias do VO_2max são mais facilmente produzidas quando os exercícios utilizados implicam a solicitação dos principais grupos musculares, quando são de natureza rítmica e aeróbia, e quando associados a intensidades de 60–90% da FCmax . Alguns autores sugerem intensidades de treino elevadas, da ordem do 80–100% do VO_2max .

Na prática, aqueles valores de intensidade podem ser conseguidos em sessões específicas de treino, como no treino intervalado, a intensidades próximas da VelVO_2max . Billat *et al.* (2000) referem que sessões de treino intervalado que solicitem o VO_2max podem ser benéficas para a melhoria da capacidade cardiovascular.

Embora o VO_2max continue a ser um dos parâmetros fisiológicos mais utilizados na avaliação da capacidade aeróbia, a sua importância relativa enquanto determinante do rendimento desportivo deve ser interpretada com particular cautela em atletas treinados.

Em sujeitos de nível elevado e relativamente homogêneos no valor do VO_2max , esse parâmetro tende a apresentar um reduzido poder discriminativo do desempenho, sendo as diferenças observadas mais consistentemente explicadas por variáveis relacionadas com a utilização eficiente da energia disponível. Entre elas, destacam-se a economia de corrida, a velocidade associada ao VO_2max e, sobretudo, a fração máxima do VO_2max que o atleta é capaz de sustentar durante períodos prolongados de exercício. Essa fração de utilização da capacidade aeróbia máxima pode ser operacionalmente expressa por variáveis como a VCrítica , MaxLaSS ou pela V_4 .

Desse modo, o VO_2max deve ser encarado como um pré-requisito fisiológico para o rendimento em provas de média e longa duração, mas não como um indicador isolado suficiente para caracterizar o nível de desempenho ou para orientar, de forma exclusiva, a prescrição da intensidade do treino.

3.2. A VELVO_2MAX

3.2.1. CONCEITO DE VELVO_2MAX

Desde há muitos anos se sabe que a taxa de VO_2 provocada pelo exercício aumenta à medida que a velocidade de corrida aumenta, atingindo um valor máximo, a partir do qual nenhum aumento do VO_2 é registado, apesar do aumento da velocidade (Billat; Koralsztein, 1996). Essa velocidade, associada à ocorrência do

$VO_2\text{max}$, geralmente denominada de Velocidade Máxima Aeróbia ou $VelVO_2\text{max}$, tem sido referenciada como uma variável muito útil na avaliação da capacidade aeróbia dos sujeitos, expressando, em um único valor, o $VO_2\text{max}$ e a economia de corrida (Billat e Koralsztein, 1996). Para além disso, é referido como uma variável fortemente correlacionada e muito próxima da velocidade na prova de corrida de 3.000 m (Bragada *et al.*, 2010).

No presente documento, vamos considerar a $VelVO_2\text{max}$ como a velocidade mínima, mas necessária, para solicitar o $VO_2\text{max}$, em um protocolo contínuo de intensidade progressiva (Billat *et al.*, 1999). A referência ao “protocolo contínuo de intensidade progressiva” é fundamental, no sentido de uma uniformização de critério, uma vez que o $VO_2\text{max}$ também pode ser atingido em esforços de intensidade constante a velocidades elevadas. Teoricamente, qualquer esforço em velocidade constante, acima do $MaxLaSS$, poderá levar ao $VO_2\text{max}$.

3.2.2. AVALIAÇÃO DO $VO_2\text{MAX}$ E $VELVO_2\text{MAX}$

A avaliação do $VO_2\text{max}$ é muito frequente, tanto no contexto do treino desportivo quanto no contexto da atividade física relacionada com a saúde (“fitness”). Assim, dependendo do contexto, o valor do $VO_2\text{max}$ expressa a potência do metabolismo aeróbio ou a capacidade cardiovascular.

A avaliação do $VO_2\text{max}$ pode ser realizada a partir de diversos procedimentos (Heyward, 1998). Na figura 2, podemos observar alguns dos mais usuais.

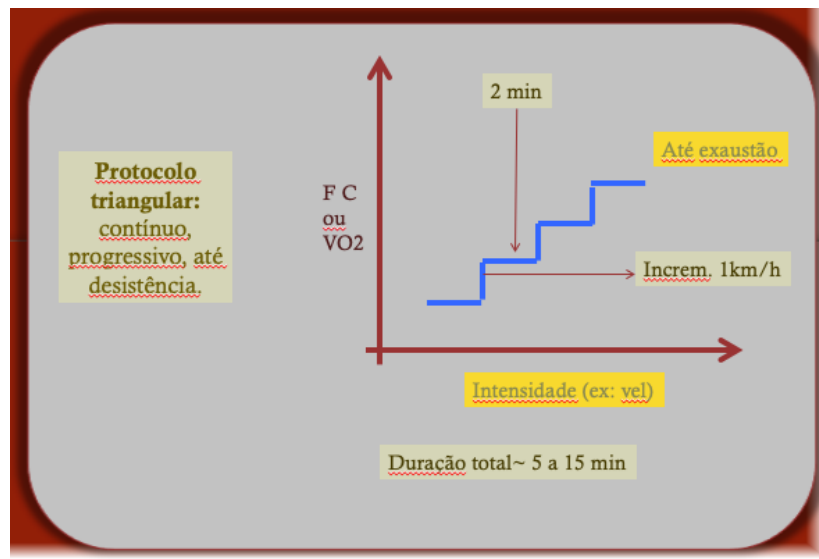
Figura 2 — Diversas formas de avaliação do VO_2max 

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

O VO_2max , a VelVO_2max e a FCmax podem ser avaliados no mesmo teste. Esses testes podem ser realizados em pista de atletismo ou em tapete rolante, em ambiente laboratorial. No primeiro caso, é necessária a utilização de equipamento portátil para a medição das trocas respiratórias, atualmente já amplamente disponível, bem como um controlo rigoroso da velocidade de corrida. Em contexto laboratorial, o procedimento é, em geral, mais simples, uma vez que o controlo da velocidade é realizado com elevada precisão e os sistemas de análise das trocas gasosas se encontram disponíveis há mais tempo.

O protocolo típico para determinação direta do VO_2max , em tapete rolante, é o esquematizado na figura 3. Nesses testes, utilizamos uma inclinação de 1 grau, em uma tentativa de replicar melhor a corrida no exterior (Jones; Doust, 1996).

Figura 3 — Esquema do protocolo usado para determinação do VO_2max , da VelVO_2max e da FCmax



Fonte: elaborado pelo autor (2026).

Durante a realização de todo o protocolo, a FC e o VO_2 são medidos continuamente e registrada a velocidade correspondente. Posteriormente, são tratados os dados.

A análise dos dados é feita de acordo com os seguintes procedimentos:

- É registrada a velocidade de cada patamar.
- É calculada a média do VO_2 e da FC nos últimos 30s de cada patamar.
- É considerado como derradeiro patamar, o último a ser completamente cumprido ou, pelo menos, de duração igual a 1min;
- Quando a VelVO_2max coincide com o último patamar, que foi interrompido, mas após 1 minuto, consideramos a

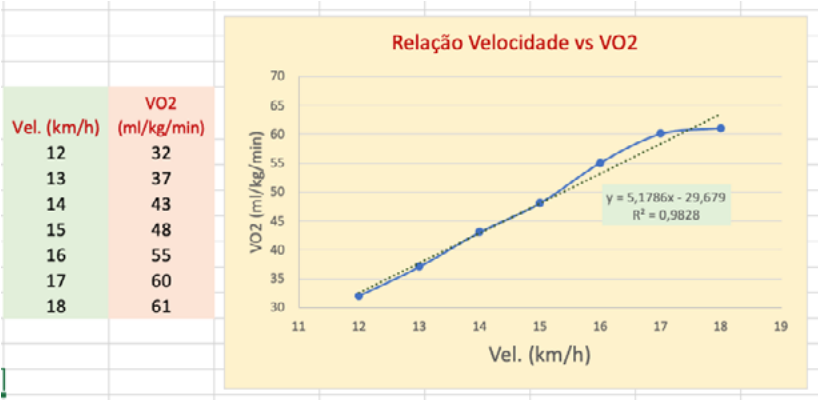
VelVO₂max o valor intermédio entre as duas velocidades (última e penúltima). Por exemplo, se um atleta desiste após 1 minuto, a 18km/h, é considerada a VelVO₂max = 17,5km/h (Demarle *et al.*, 2001).

- O VO₂max e FCmax são os valores médios mais altos encontrados em qualquer dos últimos patamares do teste.
- A VelVO₂max é o valor da velocidade a que ocorre o VO₂max, ou no qual o incremento do VO₂, para o patamar seguinte é menor ou igual a 2 ml/kg/min (Shepard, 2000). No caso de existência de plateau no VO₂max, considera-se como VelVO₂max a velocidade do patamar inferior.

Billat *et al.* (1996) averiguaram o efeito da duração dos patamares e do grau de incremento, da intensidade de corrida, nos valores da VelVO₂max e do VO₂max. Nesse sentido, efectuaram dois protocolos diferentes, nos quais testaram 15 corredores de média e de longa distância. Em um dos protocolos, o incremento da velocidade do tapete foi de 1km/h a cada 2 min, no outro, o incremento foi de 0,5km/h a cada minuto; em ambos, a inclinação foi de 0%. Os resultados não apresentaram diferenças significativas, nem no VO₂max nem na VelVO₂max. Para além disso, o VO₂ e o quociente respiratório (R) também não foram significativamente diferentes nas velocidades submáximas que eram coincidentes nos dois protocolos. Os autores concluem que pequenas alterações no protocolo não têm impacto significativo no resultado final daqueles dois parâmetros.

A figura 4 mostra, graficamente, a relação entre o aumento da velocidade e o VO₂, em resultado de um teste até a desistência. Nesse caso, podemos observar que o VO₂max é de 61ml/kg/min, e a VelVO₂max é de 17km/h. Também se verifica o "plateau" no VO₂ no final do teste. A determinação da linha de tendência pode servir para estimar (matematicamente) consumos de oxigénio, associados a outras velocidades, com utilidade na prescrição do treino.

Figura 4 — Relação entre o aumento da velocidade e o VO_2 , em um teste progressivo até a desistência. Nesse caso, o VO_{2max} é de 61ml/kg/min, e a $VelVO_{2max}$ é de 17km/h



Fonte: elaborado pelo autor (2026).

3.2.2.1. Avaliação do VO_{2max} e da $VelVO_{2max}$ a partir de testes de terreno

Uma vez que a avaliação do VO_{2max} e da $VelVO_{2max}$ em laboratório não é acessível a um grande número de atletas, a estimativa a partir de testes de corrida pode ser uma alternativa adequada e útil para monitorizar essa variável.

Dentre a grande diversidade de testes disponíveis, vamos descrever apenas os dois seguintes:

- Teste de corrida de 5 minutos (Berthon *et al.*, 1997):

Em pista, o atleta percorre a maior distância possível, em um tempo de 5 minutos. O ritmo deverá ser constante e adequado ao nível do atleta. A velocidade média é considerada $VelVO_{2max}$. Para estimar o valor do VO_{2max} , o autor propõe a seguinte fórmula: $VO_{2max} (ml/min/kg) = 3,23 \times velocidade\ média\ do\ teste (km/h)$. Por exemplo, se um atleta consegue uma velocidade média de 18km/h no teste, essa seria a sua $VelVO_{2max}$, e o VO_{2max} seria 58,14 ml/kg/min.

- Teste progressivo de corrida:

Esse teste protocolo utilizado desde longa data (Billat, 1998) consiste em uma corrida controlada, na pista de atletismo, de intensidade progressiva, até a desistência. A velocidade inicial é de 9 a 10km/h, à qual se vai incrementando 1km/h a cada 2 minutos. São colocadas marcas (por exemplo, cones) a cada 50 ou 100 metros. Para ajustamento da velocidade, pode dar-se um sinal sonoro (apito) à passagem em cada marca. O atleta ajusta o ritmo da corrida, fazendo coincidir a sua passagem pela marca/cone com o sinal sonoro. Os sinais sonoros podem ser gravados previamente e depois reproduzidos. Progressivamente, o tempo entre os sinais sonoros vai diminuindo conforme o aumento da velocidade. O intervalo de tempo entre os "apitos" tem que ser calculado previamente, conforme as velocidades pretendidas.

O valor do teste ($VelVO_{2max}$) obtém-se pelo registo da velocidade correspondente ao último patamar completamente finalizado.

O VO_{2max} pode ser estimado a partir da fórmula simplificada por Billat (1998), que é a seguinte: $VO_{2max} (ml/min/kg) = 3,5 VMA (km/h)$. Assim, por exemplo, para um valor do teste igual a 18km/h, obtemos o valor do VO_{2max} de 63 ml/min/kg.

Em termos gerais, as estimativas do VO_{2max} e $VelVO_{2max}$ podem ser feitas a partir da velocidade média das melhores marcas ("do momento") em corridas de 1.500 a 3.000 metros. Billat (1998), tendo como referência os valores dos recordes do mundo em provas de corrida, constata que as velocidades das provas de 2.000m a 3.000m são muito próximas da $VelVO_{2max}$. Por seu lado, Bragada *et al.* (2010) encontraram valores semelhantes em um grupo de corredores juniores portugueses, no qual os valores médios de $VelVO_{2max}$ foram praticamente coincidentes com os valores médios da velocidade obtida na prova de corrida de 3km.

3.3. O MAXLASS E SUA RELAÇÃO COM A V4

3.3.1. CONCEITO DE MAXLASS E V4

Um parâmetro fundamental na avaliação da capacidade de resistência dos atletas, nomeadamente da capacidade aeróbia, que pode fornecer indicações preciosas sobre o estado de forma do atleta, bem como servir para a determinação da intensidade de treino, é o denominado MaxLaSS. Esse conceito é, muitas vezes, utilizado como sinónimo de "limiar anaeróbio" ou "limiar do lactato"; no entanto, essa equivalência pode ser questionada.

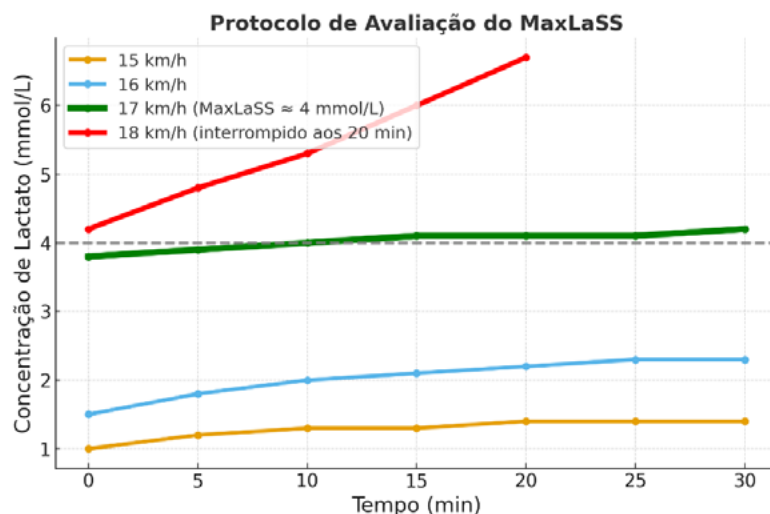
O MaxLaSS é definido como a maior intensidade de exercício contínuo, na qual a concentração de lactato no sangue se mantém estável ao longo do tempo, refletindo um equilíbrio entre a produção e a remoção de lactato.

O MaxLaSS é, convencionalmente, determinado a partir de uma série de sessões de exercícios contínuos de 30 minutos (normalmente 3 a 5 sessões), realizadas em dias separados. A velocidade de uma sessão para a seguinte é progressivamente aumentada, no entanto, em cada sessão, a velocidade deve ser constante. O lactato sanguíneo é medido em repouso e no decurso do exercício (a cada 5 minutos). O valor do MaxLaSS é o maior valor de velocidade, no qual o aumento de lactato sanguíneo não é superior a 1 mmol/L entre os 10 e os 30 minutos (Beneke, 1995).

A relação entre a evolução da concentração do lactato sanguíneo e a intensidade do exercício tem sido estudada por um grande número de investigadores. Durante a realização de exercícios suaves ou moderados, o ATP necessário para a contracção muscular

é conseguido, predominantemente, pela via da oxidação mitocondrial. Desse modo, o ácido láctico produzido é oxidado e, consequentemente, a concentração do lactato permanece quase constante (Babineau; Leger, 1997). À medida que a intensidade do exercício aumenta, o VO_2 cresce linearmente, mas a concentração de lactato não se altera significativamente até 60% a 70% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ (Brooks, 2004), crescendo exponencialmente a intensidades superiores. Assim, a atenção de muitos investigadores centrou-se na determinação da intensidade fronteira, a partir da qual se verifica um aumento acentuado da lactatemia em função do tempo. De facto, verificou-se a existência de uma intensidade limiar para além da qual qualquer aumento determina um rápido aumento da lactatemia. Essa intensidade limiar foi denominada de MaxLaSS (Hawkins, 2001).

Figura 5 — Exemplo ilustrativo da forma de avaliação do MaxLaSS. Nesse exemplo, a velocidade mais alta na qual a concentração do lactato sanguíneo ainda estabiliza é aos 17km/h. O MaxLaSS corresponde a 17km/h. A 18km/h, o corredor apenas conseguiu correr durante 20 minutos



Fonte: elaborado pelo autor (2026).

O MaxLaSS é considerado, geralmente, a variável “gold standard” da medida da capacidade aeróbia (Faude *et al.*, 2009). No entanto, na prática, não é muito utilizado pelos treinadores, pois implica um gasto de tempo acentuado na sua avaliação. Assim, pode ser substituído por outras variáveis estreitamente relacionadas, como é o caso da V4.

A estimativa do MaxLaSS a partir da V4 resultou da constatação de que, em termos médios, o valor do MaxLaSS ocorre a 4 mmol/L de lactato sanguíneo (Heck *et al.*, 1985). Esse facto permitiu aceitar a V4 como forma indireta de estimação do MaxLaSS. No entanto, devemos ter presente que, embora próximo, o valor de 4mmol de lactato no sangue pode não corresponder ao MaxLaSS em alguns sujeitos.

Para além de apresentar valores elevados de associação com o MaxLaSS, a V4 é bastante simples de determinar (por interpolação linear), devido ao número reduzido de doseamentos que são necessários de efetuar, bem como em virtude da menor duração do protocolo.

3.3.2. AVALIAÇÃO DA V4

A avaliação da V4 é muito comum em modalidades de média ou longa distância, particularmente nas corridas.

Foster *et al.* (1993) apontam três razões para justificar a importância da avaliação do MaxLaSS e, por conseguinte, da V4:

- A percentagem de $VO_2\text{max}$ à V4 aumenta por efeito do treino, mesmo que o $VO_2\text{max}$ estabilize.
- A V4 é altamente correlacionada com o rendimento. Assim, pode representar um índice superior de expressão da capacidade aeróbia relativamente ao “tradicional” $VO_2\text{max}$.

- A V4 pode fornecer indicações relevantes para a determinação da intensidade dos exercícios de treino.

3.3.2.1. Protocolo de determinação da V4

A determinação da V4 pode ser efectuada a partir de um protocolo incremental de corrida (Bragada *et al.*, 2010), composto por quatro ou cinco patamares de intensidade crescente, realizado em pista de 400m com piso sintético (ou em tapete rolante).

O teste é de intensidade progressiva, “quase” contínuo, com patamares de 5 a 6 minutos, a velocidade constante, com incrementos de 1 a 2km/h.

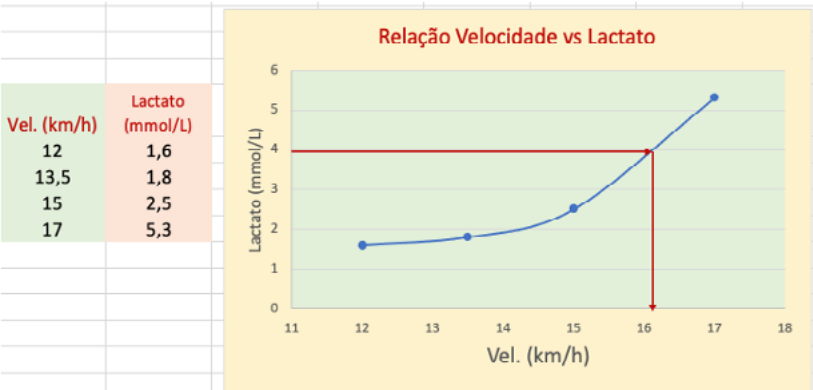
A determinação da intensidade, a escolher para os vários patamares, deve ter em conta as capacidades de rendimento do atleta. Esses patamares devem ter uma intensidade tal que provoque uma concentração de 4mmol/L de lactato sanguíneo, de preferência no 3º patamar.

Para a escolha das diferentes velocidades correspondentes a cada patamar, devemos ter presente que a velocidade da melhor marca, em provas de duração de aproximadamente uma hora, é muito próxima da velocidade da V4. O mesmo acontece com a velocidade associada à melhor marca da meia-maratona. O conhecimento, ou a estimação dessa velocidade, vai servir de referência para o terceiro patamar. Os outros patamares são os imediatamente anteriores e o imediatamente superior. No caso de um maior desconhecimento das capacidades do atleta, o número de patamares pode ser maior até atingir uma concentração de lactato superior a 4mmol.

Após cada patamar, é efectuada uma paragem, o mais curta possível, para retirar uma amostra de sangue capilar para análise. Atualmente, há diversos analisadores de lactato disponíveis no mercado a preços acessíveis.

O valor da V4 é calculado com base na regressão linear simples, por interpolação, a partir dos dados obtidos no teste de terreno. Para esse efeito, são utilizados apenas os valores dos patamares acima e abaixo de 4 mmol/L. A figura 6 mostra o gráfico que permite determinar o valor da V4. A determinação do valor da V4 pode ser efetuada por visualização gráfica ou calculada matematicamente. No caso do cálculo, a partir da equação da reta de regressão obtida com base nos dois pontos (velocidade *versus* concentração de lactato) imediatamente acima e imediatamente abaixo do valor de 4 mmol/L.

Figura 6 — Evolução da curva de concentração de lactato sanguíneo, decorrente da realização de um teste para determinação da V4, em tapete rolante, de 4 patamares de 6 min de duração cada um. Aproximadamente 30s de paragem entre os patamares, para retirar a amostra de sangue. Nesse caso, a V4 = 16,1 km/h



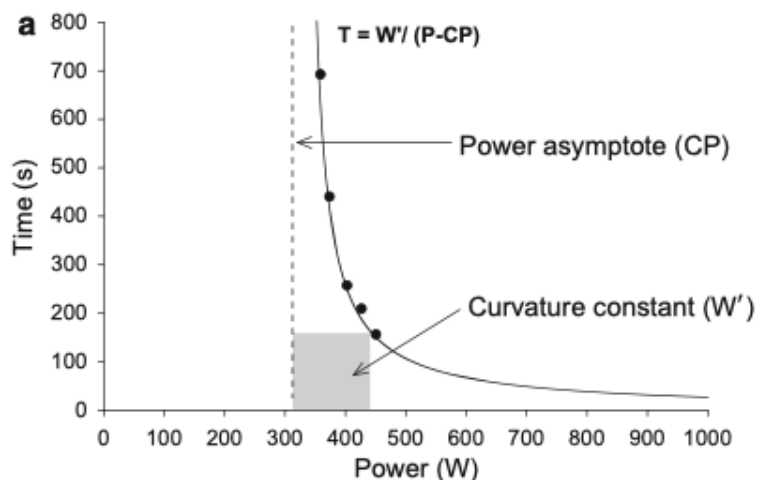
Fonte: elaborado pelo autor (2026).

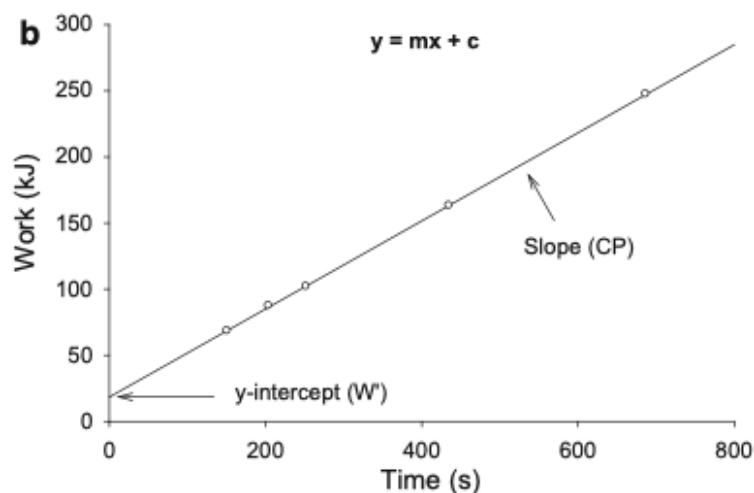
3.3.3. A POTÊNCIA CRÍTICA (PCRÍTICA)
E A VELOCIDADE CRÍTICA (VCRÍTICA)

A relação curvilínea entre a produção de energia e o tempo, durante o qual um determinado exercício pode ser sustentado, é uma

característica fundamental e conhecida do desempenho de exercício de alta/máxima intensidade. Essa relação “nivela-se” a uma determinada “potência crítica” (assíntota), que separa o nível de capacidade de produção de energia que pode ser sustentado ao longo do tempo do nível de potência que leva à exaustão em determinado tempo (Jones; Vanhatalo, 2017). Assim, a PCrítica pode ser considerada como o valor da potência teórica, que pode ser realizada indefinidamente por um indivíduo. A constante de curvatura (W') representa a quantidade de trabalho que pode ser feita acima da PCrítica (Sreedhara *et al.*, 2019). A figura 7 ilustra essa relação.

Figura 7 — a) Relação hiperbólica entre a potência desenvolvida (eixo x) e o tempo (eixo y), em que a potência crítica é indicada pela potência da assíntota e o W' é a constante de curvatura; **b)** Modelo de potência crítica de dois parâmetros linearizados em que o trabalho total realizado é associado com o tempo/duração. Nessa associação, a potência crítica é dada pela inclinação da regressão e o W' corresponde ao ponto de interseção no eixo y. CP — potência crítica; P — potência; T — tempo; W' — constante de curvatura da relação potência tempo





Fonte: Jones e Vanhatalo (2017).

A quantidade de trabalho que pode ser feita durante o exercício, acima da PC (o chamado W'), é constante, mas pode ser utilizada a ritmos diferentes, dependendo da proximidade da potência total com a PCrítica (Jones; Vanhatalo, 2017).

Apesar de esses conceitos terem sido bastante estudados, com base no trabalho e na potência, a sua aplicação também é adequada, se baseada na velocidade e na distância percorrida, como acontece nas corridas (Smith *et al.*, 2001) ou na natação (Wakayoshi *et al.*, 1992). Nesses casos, a PCrítica é substituída pela VCrítica (medida em m/s), e a variável W' (kJ) é substituída pela variável D' (m).

Fisiologicamente, a PCrítica define a fronteira entre domínios discretos e os domínios severos de intensidade do exercício. Abaixo da PCrítica, podem ser atingidos valores estáveis para o metabolismo muscular, como seja, a concentração de fosfocreatina, o pH, o lactato sanguíneo ou o VO_2 (Jones *et al.*, 2008). No entanto, acima da PC, no domínio da intensidade "severa", essas variáveis não demonstram um comportamento estável. Pelo contrário, apesar de uma produção

constante de energia, os músculos perdem eficiência, levando à exaustão. Assim, apesar de a carga a ser superada ser constante, o VO_2 vai aumentando até ao $\text{VO}_{2\text{max}}$ (Jones *et al.*, 2011).

Do ponto de vista do controlo e avaliação da intensidade do treino, em corredores de média e longa distância, a VCrítica é um parâmetro bastante próximo do MaxLaSS . Ambos pretendem expressar um nível de carga limiar, o mais alto possível, que pode ser realizado de forma estável ao longo do tempo. No entanto, a VCrítica integra todas as capacidades fisiológicas, e o MaxLaSS tem em conta apenas a concentração de lactato sanguíneo. A importância da VCrítica no controlo e avaliação do treino parece ser cada vez mais pertinente. Jones *et al.* (2019) defende que essa variável seja considerada a "*gold standard*" da medida da capacidade aeróbia, em vez do MaxLaSS .

3.3.1. Determinação da VCrítica (PCrítica)

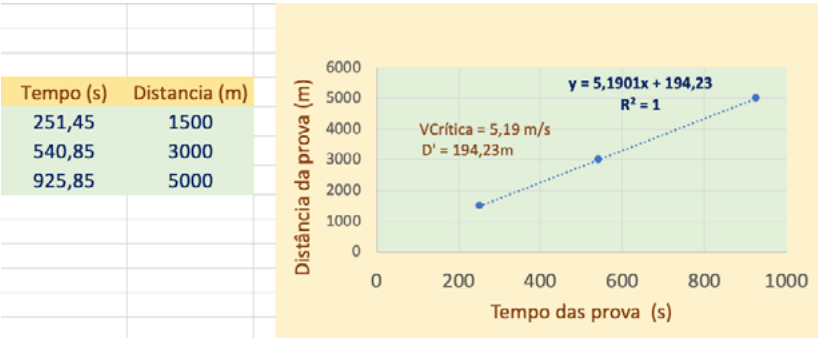
A VCrítica pode ser usada como referência para determinação da intensidade do treino, não só nas corridas, mas também em outras modalidades cíclicas de média ou longa distância, as quais podem ser avaliadas pela velocidade.

A forma usual de avaliação da VCrítica consiste na realização de 3 a 5 sessões a uma intensidade muito elevada ou máxima, em dias separados. Para isso, devem ser escolhidas distâncias que levem à exaustão em tempos compreendidos entre os 2 min e os 15 min (Jones; Vanhatalo, 2017). No caso das corridas, podem ser utilizadas as distâncias típicas de 800 m, 1500 m e 5000 m. Essas competições podem ser simuladas ou oficiais. Com os resultados obtidos — tempo e distância —, é calculada a regressão linear e a respetiva equação da reta. Com base na equação da reta, o valor do declive corresponde à Vcrítica , e o valor de D' — constante de curvatura — corresponde ao valor da ordenada quando o valor da abcissa é zero (ordenada na origem). A elaboração desse tipo de

gráfico e a determinação da respetiva equação da reta de regressão podem ser determinadas com relativa facilidade utilizando a folha de cálculo Excel.

A título ilustrativo, apresentamos o gráfico da figura 8, obtido a partir dos *records* pessoais da corredora portuguesa Mariana Machado, na época desportiva de 2021/22. Essa atleta ficou em primeiro lugar do *ranking* feminino absoluto português nos 5000 m e na segunda posição nos 3000 m e nos 1500 m. A VCrítica dessa atleta, nesse ano, foi de 5,19 m/s.

Figura 8 — Determinação da VCrítica, na corredora Mariana Machado, a partir dos records pessoais nas provas de 1500m, 3000m e 5000m, obtidos na época desportiva de 2021/22. Ao lado esquerdo do gráfico, os valores de tempo e distância, considerados para a sua determinação. Os dados foram recolhidos no site da Federação Portuguesa de Atletismo. É interessante notar, também, que o $R^2 = 1$ significa uma correlação perfeita



Fonte: Federação Portuguesa de Atletismo (c2026).

A partir do conhecimento da VCrítica, o treinador pode determinar qualquer intensidade para prescrever a intensidade do treino. A VCrítica corresponde a uma intensidade de 100%. A partir desse valor, calculam-se intensidades submáximas e, mesmo, supramáximas.

Os procedimentos de determinação da VCrítica e PCrítica são semelhantes. Apesar de a PCrítica ser mais usada no ciclismo,



atualmente já é possível calcular a potência durante a corrida. Assim, é possível determinar a PCrítica a partir dos dados dos mesmos testes. Mas, em vez de elaborar o gráfico que relaciona distância com o tempo, elabora-se o gráfico que relaciona o trabalho com tempo. Nesse caso, o declive da reta de regressão fornece o valor da PCrítica.

Em Síntese:

Do ponto de vista prático, a escolha entre o MaxLaSS, a V4 ou a VCrítica deve depender dos objetivos do treinador, dos recursos disponíveis e do contexto de aplicação. O MaxLaSS oferece elevada precisão fisiológica, mas é pouco exequível no dia a dia. A V4 constitui uma solução intermédia, amplamente utilizada no controlo regular do treino. A VCrítica, pela sua natureza integradora e não invasiva, revela-se particularmente útil na prescrição da intensidade em contexto de treino e competição. É, atualmente, uma das abordagens mais funcionais para o controlo da intensidade da carga em corridas de média e longa duração. O quadro 1 apresenta, de forma sintética, algumas considerações relativamente a cada uma dessas variáveis, de forma a permitir uma escolha mais assertiva por parte do treinador.

Quadro 1 — Características gerais do MaxLaSS, da V4 e da VCrítica, bem como vantagens e limitações na sua utilização

Variável	O que representa	Quando usar	Vantagens principais	Limitações principais
MaxLaSS	Intensidade máxima sustentável com estabilidade do lactato.	Avaliação fisiológica aprofundada; investigação.	Elevado rigor fisiológico; referência clássica da capacidade aeróbia.	Muito exigente em tempo e logística; pouco prática no treino regular.
V4	Estimativa indireta do MaxLaSS	Controlo periódico do treino; planeamento do treino.	Boa relação custo-benefício; fácil aplicação; amplamente utilizada.	Valor fixo pode não refletir a individualidade biológica.
VCrítica	Limite funcional entre domínios pesado e severo.	Prescrição diária do treino; monitorização contínua.	Não invasiva; elevada aplicabilidade; integra múltiplos sistemas fisiológicos.	Requer desempenhos máximos fiáveis para melhor estimativa.

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

3.3.4. FC_{MAX}, FC_{RESERVA} E FC_{LÍQUIDA} — CONCEITOS E AVALIAÇÃO

A FC reflete o número de batimentos do coração por minuto. O valor da FC (frequentemente denominada de “pulsação”), em cada pessoa, pode variar entre o FC_{Repouso} e a FC_{max}. Esses dois extremos são dinâmicos e vão se modificando ao longo da vida. A FC_{Repouso} pode ser modificada consideravelmente pelo treino, diminuindo o seu valor. Atletas de elite, de modalidades de longa duração, como corredores, ciclistas ou outros, podem apresentar valores inferiores a 35 batimentos por minuto (bpm) em repouso. Por seu lado, a FC_{max} é pouco modificável pelo treino. Tendo por base a fórmula mais usada para a sua estimativa ($FC_{max} = 220 - \text{idade}$), podemos concluir que essa variável sofre alterações muito significativas ao longo da vida. A diminuição da FC_{max}, ao longo da idade, afeta tanto sujeitos destreinados como treinados.

A utilização de valores da FC, no controlo e avaliação do treino, parte do pressuposto de que a evolução dessa variável (seja expressa em percentagem da FC_{max}, da FC_{Reserva} ou no valor da FC_{Líquida}) é diretamente proporcional à evolução do VO_2 e com a intensidade do esforço. Esse pressuposto tem sido confirmado por diversos estudos, mesmo quando essa relação é obtida a partir da realização de diferentes tipos de exercício (Swain *et al.*, 1998; Moraes e Bragada, 2022).

Das três formas de utilização da FC, no controlo da intensidade, referidas anteriormente, a que parece menos rigorosa é a que se baseia apenas na FC_{max}. A utilização do valor da FC_{max}, se obtido por estimativa, tem o inconveniente de não ter em conta qualquer valor individual. Esse aspecto é ultrapassado na utilização da FC_{Reserva} e FC_{Líquida}.

3.3.4.1. A FC_{max}

O procedimento mais acessível para a prescrição da intensidade a partir da FC utiliza como referência o valor da FC_{max}.

Sabendo esse valor, calcula-se uma percentagem que vai servir de orientação para o treino. Na prática, o valor da FCmax corresponde a 100% de intensidade. A partir daqui, podemos prescrever qualquer intensidade submáxima. Por exemplo, sabendo que a FCmax é igual a 180 bpm, um treino de corrida a 75% da FCmax teria como frequência cardíaca alvo (FCAlvo) o valor de 135 bpm ($180 \times 0,75 = 135$). Nesse exemplo, o corredor teria que manter FC durante o treino próximo de 135 bpm. É usual prescrever mais ou menos 5 bpm em torno do valor da FCAlvo, ou seja, a FC durante o tempo de corrida deveria estar compreendida entre os 130 e os 140 bpm. A maioria dos treinos de corredores de média ou longa distância é feita no intervalo de intensidade compreendida entre os 70 e os 90% da FCmax. Essa faixa de intensidade é chamada por McArdle de “zona sensível ao treino” (McArdle *et al.*, 2019).

A FCmax pode ser avaliada no mesmo protocolo de avaliação do VO2max (descrito anteriormente). Geralmente, utilizam-se protocolos triangulares (contínuos, progressivos até a desistência), no entanto, também é possível atingir a FCmax no final de esforços máximos de intensidade constante, com duração de 3 a 4 minutos (McArdle *et al.*, 1994).

Uma vez que a FCmax não tem associação direta com o tipo de exercício realizado, pode ser avaliada em outro esforço máximo que não na corrida. A monitorização da FC deve ser feita durante todo o teste. O valor a considerar é o valor mais alto, normalmente obtido momentos antes da desistência. Um dos protocolos que pode ser usado no tapete rolante consiste em começar a uma velocidade próxima dos 60% da velocidade média do melhor tempo em 1km de corrida e, a partir daí, incrementar 1km/h a cada 2 min, até a desistência. Dessa forma, garantimos que a duração do teste não é exagerada.

Nos casos em que a determinação real da FCmax não é possível, ou não é adequada, podemos utilizar a fórmula $FCmax = 220 - idade$, ou a proposta por Tanaka *et al.* (2001) $FCmax = 208 - 0,7 \times idade$.

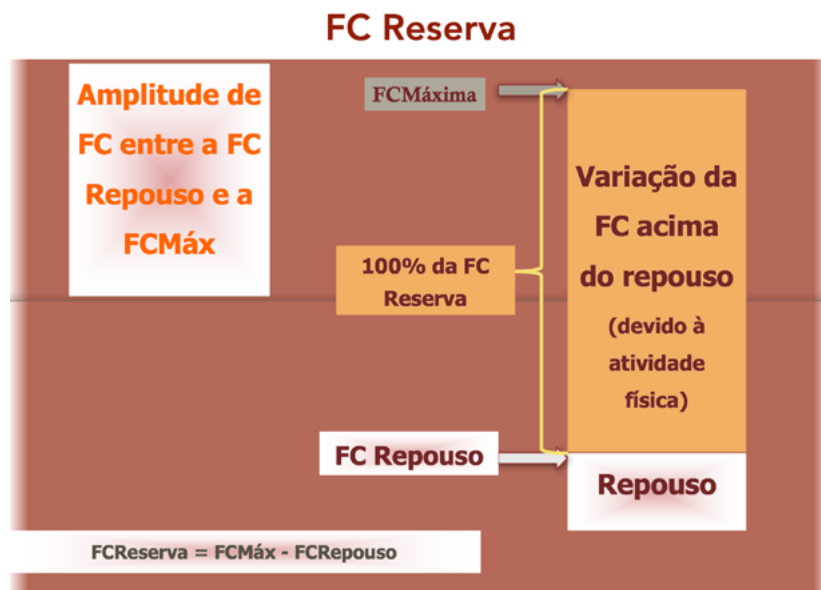
Embora a estimativa da FC max seja possível e adequada em muitos contextos, a sua previsão por meio da fórmula “220-idade” ainda não foi validada (Robergs; Landwehr, 2002), e o erro de estimativa por essa fórmula é maior nas pessoas idosas (Silva *et al.*, 2007). Robergs e Landwehr (2002) seleccionaram 30 equações semelhantes para estimar a FCmax. Esses autores verificaram que o erro de estimativa da FCmax pode atingir valores superiores a 11 bpm. Relativamente a essa questão, concluíram que é provável que essas equações não sejam suficientemente precisas para prescrever a intensidade do exercício para um grande número de indivíduos, principalmente de idades diferentes. Em outro estudo, Silva *et al.* (2007) compararam os valores de FCmax medidos durante um teste incremental, com os calculados a partir de equações de previsão. Verificaram que as equações sobrestimaram significativamente a FCmax, principalmente em senhoras seniores. Outros estudos confirmaram a imprecisão de estimativa da FCMax a partir de fórmulas (Shookster *et al.*, 2020).

No contexto do treino desportivo, parece-nos adequado que o treinador saiba com rigor qual a FCmax dos seus atletas, obtido a partir de um teste de terreno ou laboratorial. O conhecimento do valor real da FCmax é importante se esse valor servir de referência para a prescrição da intensidade do treino. Salvo casos específicos, a utilização de fórmulas para estimativa da FCmax deve ser evitada.

3.3.4.2. A FCReserva

A FCReserva descreve a diferença entre a FCmax e a FCRepouso. O seu cálculo pode ser realizado a partir da seguinte fórmula: $FCReserva = FCmax - FCRepouso$. A figura 9 ilustra esse conceito.

Figura 9 — Ilustração do conceito de FCReserva



Fonte: elaborado pelo autor (2026).

A utilização da FCReserva no controlo do treino tem todo o sentido, e é assumido que permite uma maior individualização do treino, relativamente à utilização simples da FCmax. A introdução de um valor específico e próprio de determinado atleta, como a FCRepouso, possibilita uma prescrição do treino mais individualizada.

Por outro lado, quando se pretende prescrever a intensidade do treino em percentagem do VO_2 Reserva (diferença entre o VO_2 max e o VO_2 Repouso), a utilização da FCReserva é mais adequada, pois verificou-se que uma determinada percentagem de VO_2 Reserva coincide com a mesma percentagem de FCReserva (Swain *et al.*, 1998; Moraes; Bragada, 2022).

Se queremos medir com rigor a variação da FC ou do VO_2 , como resultado da realização do exercício, é necessário retirar os valores de repouso, pois a paragem na realização do exercício não

leva a FC nem o VO_2 a valores de zero. Em relação a esse assunto, é interessante notar que é muito frequente utilizar a FCReserva para orientar a prescrição, e não é tão comum usar o VO_2 Reserva. Em boa parte, esse fato pode ser justificado porque a proporção do VO_2 Repouso relativamente ao VO_2 max é muito menor quando comparada à proporção da FCrepouso com a FCmax. Supondo que o VO_2 max de um atleta de 20 anos é de 75 ml/kg/min e o VO_2 Repouso é de 3,5 ml/kg/min ($3,5 / 75 = 0,047$), um erro de 4,7% pode ser desprezível. No entanto, efetuando cálculos semelhantes utilizando valores de FC, e supondo que o mesmo atleta tem uma FCmax de 200 bpm e uma FCRepouso de 50 ($50 / 200 = 0,25$), resulta uma proporção de 0,25, o que é cinco vezes maior. Em todo o caso, pressupõe-se que as porcentagens de VO_2 Reserva são coincidentes com as porcentagens de FCReserva (ACSM, 2018).

A partir do valor da FCReserva, podem ser elaboradas zonas de treino com utilidade na prescrição do treino.

Como exemplo ilustrativo, apresentamos o quadro 2.

Quadro 2 – Níveis de intensidade, tendo por base a FCReserva, em um atleta que tem uma FCMax = 190bpm e uma FCRepouso = 55 bpm. FCAlvo é o intervalo de FC fornecido ao atleta para controlar o treino (FCReserva + FCRepouso). 100% da FCReserva = 135 bpm (190-55)

Nível de Intensidade	Intensidade (% FCReseva)	% FCReserva (Valores limite – bpm)	FC Alvo (valores limite – bpm)
N1 – Suave	[50 a 60%[	[67 a 81[	[122 a 136[
N2 – Moderado	[60 a 70%[	[81 a 94[	[136 a 149[
N3 – Forte	[70 a 80%[	[94 a 108[	[149 a 163[
N4 – Elevado	[80 a 90%[	[108 a 121[	[163 a 176[
N5 – Muito elevado	[90 a 100%]	[121 a 135]	[176 a 190]

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

3.3.4.3. A FCLíquida

A FCLíquida define-se como a magnitude de variação da frequência cardíaca (FC) acima do valor de repouso, em resultado da prática da atividade física. Esse conceito foi originalmente proposto por Andrews (1971) e permaneceu pouco explorado durante várias décadas, foi retomado e validado mais recentemente por Bragada *et al.* (2009). Nesse estudo, os autores demonstraram que a variação da FCLíquida está diretamente associada ao VO_2 líquido e à intensidade do exercício, confirmando o seu potencial como ferramenta de monitorização do treino. Por VO_2 líquido entende-se a diferença entre o VO_2 medido em uma determinada atividade e o valor VO_2 de repouso (geralmente, considera-se igual a 3.5 ml/g/min).

A principal vantagem da utilização da FCLíquida, quando comparada com a frequência cardíaca máxima (FCmax) ou a frequência cardíaca de reserva (FCreserva), é que não requer o conhecimento da FCmax. Como é amplamente reconhecido, a estimativa da FCmax (por fórmulas do tipo “220 - idade”, por exemplo) introduz erros acentuados, os quais se agravam em populações seniores. Além disso, indivíduos mais velhos ou com patologias associadas apresentam frequentemente limitações fisiológicas que impedem a realização segura de testes máximos. De facto, Dinan *et al.* (2005) sublinham que os testes até a exaustão em pessoas idosas podem representar um risco acrescido e só devem ser realizados sob supervisão médica.

Pelas suas características, a FCLíquida constitui uma alternativa segura e prática para o controlo da intensidade do exercício, sobretudo em contextos de exercício para a saúde. No entanto, o conceito pode também ser aplicado com eficácia no treino desportivo, como indicador complementar de intensidade.

3.3.4.4. Relação entre FCLíquida e intensidade do exercício

A interpretação da FCLíquida torna-se mais intuitiva quando associada ao conceito de MET (*Metabolic Equivalent of Task*). Um MET representa a quantidade de energia despendida em repouso, equivalente a um consumo de oxigênio de 3,5 ml/kg/min (ACSM, 2018). A partir desse valor, a intensidade do exercício é expressa em múltiplos de 1 MET — por exemplo, uma atividade de 6 MET consome cerca de seis vezes mais energia do que o estado de repouso.

Os resultados de Bragada *et al.* (2009) — confirmados por duas teses de Mestrado em Exercício e Saúde do Instituto Politécnico de Bragança, orientadas pelo mesmo autor — indicam que a variação da FCLíquida é de aproximadamente 10 bpm por cada incremento de 1 MET. Assim, é possível estabelecer uma relação direta entre os valores de FCLíquida e a intensidade do exercício expressa em MET, o que simplifica a prescrição e avaliação da carga de treino.

Tendo como referência a classificação da ACSM (2018), a intensidade do exercício pode ser descrita segundo os intervalos de FCLíquida, conforme referido no quadro seguinte.

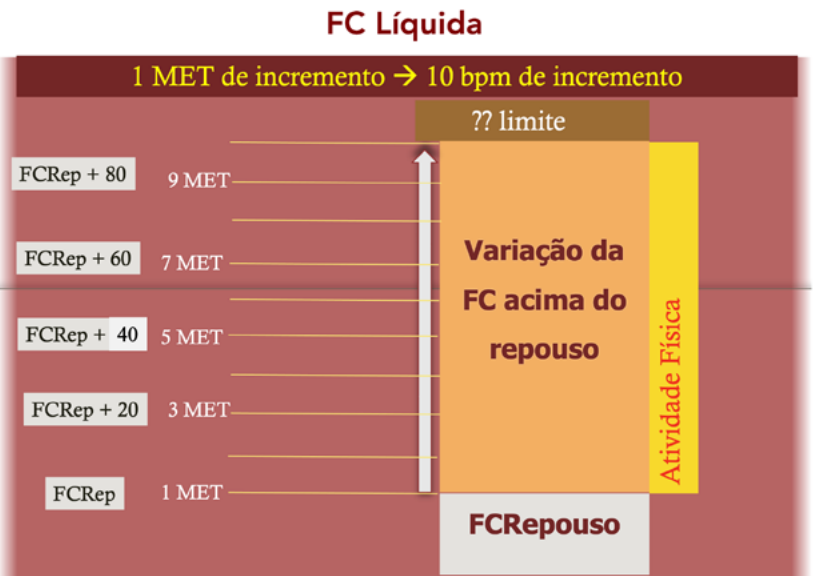
Quadro 3 — Relação entre os valores de intensidade em MET e em FCLíquida. Cada MET de incremento corresponde a um aumento da FCLíquida de ~10bpm. (Devemos notar que uma atividade a 7MET significa 1MET de repouso + 6MET de incremento)

Classificação de Intensidade	Incremento da FC acima do repouso (FCLíquida)	Equivalência aproximada em MET
Suave	até +20 bpm	2 - 3 MET
Moderada	até +40 bpm	4 - 6 MET
Vigorosa	até +80 bpm	7 - 9 MET
Muito vigorosa	> +80 bpm	≥ 10 MET

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

A figura 10 ilustra graficamente o conceito de FCLíquida.

Figura 10 — Conceito de FCLíqu. A altura da barra representa a amplitude da variação da FC acima do valor de repouso (FCRepouso), provocada pela atividade física. O limite superior da variação é determinado pela intensidade do exercício, podendo aproximar-se da FCmax em esforços máximos, mas sem necessidade de determinar previamente. Esse modelo permite, portanto, quantificar a resposta cardiovascular relativa ao repouso, sem depender de valores máximos estimados



Fonte: elaborado pelo autor (2026).

3.3.4.5. Estimativa do gasto energético a partir da FCLíquida

Para além da utilização da FCLíquida no controlo e avaliação do treino, é ainda possível estimar, de forma grosseira, o gasto energético em uma atividade. O cálculo é possível e relativamente simples, sem necessidade de recorrer a medições laboratoriais de consumo de oxigénio.

O conhecimento da convenção de que, em repouso, o VO_2 relativo corresponde a 3,5 ml/kg/min, em qualquer pessoa, e de que 1 MET equivale a esse mesmo valor, permite estimar o gasto energético em qualquer atividade de natureza aeróbia a partir da FCLíquida.

Para aplicar esse procedimento, é necessário considerar e assumir, ainda, que a energia despendida por 1 MET (repouso) é de aproximadamente 1 kcal/kg/h.

Com base nesses pressupostos, é possível determinar o gasto energético total de uma sessão de treino, sobretudo em sessões contínuas e de intensidade uniforme ou com pequenas variações.

No quadro 4, apresentamos um exemplo ilustrativo dos procedimentos necessários para a estimativa do gasto energético em uma sessão de treino.

Quadro 4 — Dados necessários e forma de determinação do gasto energético em uma sessão de treino de corrida moderada, com base na FCLíquida, em um sujeito com as características seguintes

Parâmetro	Valor
Peso corporal	65 kg
FC de repouso	60 bpm (corresponde a 1 MET)
FC média da sessão	130 bpm
FCLíquida (ΔFC)	$130 - 60 = 70 \text{ bpm (7 MET)}$
Intensidade correspondente	Vigorosa 8 MET (7MET + 1 MET repouso)
Duração da sessão	1,5 horas
Estimativa de gasto energético	$8 \text{ kcal/kg/h} \times 65 \times 1,5 = 780 \text{ kcal}$

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

A utilização da FCLíquida no controlo e prescrição da intensidade do exercício constitui uma abordagem segura, prática e

cientificamente fundamentada. Esse procedimento elimina a necessidade de testes máximos, reduz o erro associado à estimativa da FCmax e permite uma associação direta com parâmetros metabólicos (MET e VO_2). Por essas razões, a FCLíquida é especialmente indicada em programas de exercício para a saúde, populações seniores ou situações em que o esforço máximo é desaconselhado — sem, contudo, perder aplicabilidade no contexto do treino desportivo.

Em Síntese:

A escolha da forma de utilização da frequência cardíaca no controlo da intensidade do treino deve ter em conta o nível de prática, os objetivos da sessão e o contexto de aplicação. A prescrição baseada na percentagem da FCmax, apesar da sua simplicidade, apresenta reduzida individualização, sendo mais adequada em contextos de iniciação desportiva ou na aplicação a grupos numerosos. A utilização da FCReserva permite uma melhor aproximação à intensidade relativa do esforço em atletas treinados. A FCLíquida, por sua vez, destaca-se pela sua elevada sensibilidade à resposta cardiovascular acima do repouso, sendo particularmente adequada em contextos de atividade física orientada para a saúde, em populações não atletas e na estimativa do gasto energético.

Quadro 5 — Comparação das características específicas de cada forma de controlo do treino, tendo por base as diferentes abordagens assentes na avaliação da Frequência Cardíaca

	% FCmax	FCReserva	FCLíquida
Grau de individualização	Baixo	Moderado	Elevado
Necessidade de FCmax real	Sim	Sim	Não
Aplicação típica	Iniciação, grupos grandes	Treino regular	Saúde, <i>fitness</i> e monitorização
Estimativa do gasto energético	Não adequada	Não adequada	Adequada

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

3.4. A PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE)

Uma outra forma de prescrição e controlo da intensidade do treino reporta-se para a PSE. Noble e Robertson (1997) definem PSE como o acto de detectar e interpretar sensações emanadas do próprio corpo, durante a realização de um exercício físico. O *feedback* da percepção do esforço pode ser importante, na medida em que providencia uma forma prática e simples da avaliação da intensidade do esforço. A PSE tem a vantagem de integrar, de forma complexa, uma grande variedade de fatores fisiológicos, psicológicos e ambientais, que não podem ser extraídos do simples valor de uma qualquer variável, como a FC ou VO_2 . Assim, a PSE fornece uma estimativa da carga de trabalho e desempenha um papel importante na regulação do esforço e sua tolerância. Tais percepções dependem de um conjunto complexo de fatores, incluindo: o *feedback* dos órgãos, músculos e articulações; percepções subjetivas de força, resistência ou tensão; percepções psicofisiológicas de falta de ar e excitação; componentes psicológicas, tais como motivação, determinação e aversão às tarefas (Hutchinson; Tenenbaum, 2019).

Com a finalidade de contabilizar a percepção da intensidade do esforço, surgiram várias escalas. As mais conhecidas são as escalas de Borg, investigador sueco que se notabilizou nessa área. Uma das mais utilizadas é apresentada adiante, na figura 11.

Dadas as características da própria escala e da subjetividade da interpretação da percepção do esforço, a comparação interindividual dos resultados não é aconselhada. No entanto, pode ser importante para comparação intraindividual e em tarefas idênticas, pois a PSE é específica de determinado tipo de exercício. No contexto do controlo do treino, pode ser vantajoso utilizar PSE juntamente com a avaliação de outros parâmetros mais objetivos, como a Velocidade,

FC ou VO_2 . A associação de valores da escala de Borg com valores de parâmetros fisiológicos também é possível (Scherr *et al.* 2013). Inicialmente, a escala de 6–20 foi concebida para acompanhar a variação da frequência cardíaca (FC) de uma pessoa saudável com 20 anos, desde o repouso até um esforço máximo (ou seja, 60–200 bpm) (Hutchinson, 2021).

A avaliação da PSE é, aparentemente, muito simples. O atleta dá uma nota de 6 a 20, de forma a expressar a sensação de esforço durante ou após a realização do exercício. A nota “6” deveria corresponder a um estado de repouso, e a nota “20” deveria corresponder a um esforço máximo, próximo da exaustão. Essa apreciação é orientada, geralmente, pela observação da escala. Após algum tempo e treino, é possível emitir uma avaliação consistente do esforço realizado. O preenchimento da escala deve permitir aos avaliados fazer perguntas esclarecedoras e praticarem a realização de estimativas perceptivas. Pageaux (2016) recomenda a familiarização com a escala antes da classificação, ou prescrição da intensidade do exercício com base na PSE.

A utilização da PSE no controle e avaliação da intensidade da carga de treino pode ser adequada tanto se aplicada isoladamente como em complemento de outros procedimentos mais objetivos (Kossi *et al.*, 2021).



Figura 11 — Escala de Borg típica, usada na avaliação da PSE

NOTA	PSE
6	Repouso
7	-
8	Muito Suave
9	-
10	Suave
11	-
12	Baixo
13	-
14	Moderado
15	-
16	Forte
17	-
18	Muito Forte
19	
20	Máximo

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

3.5. A VELOCIDADE DA MELHOR MARCA (VMM)

A VMM reporta-se para a velocidade média obtida em uma determinada competição. A utilização de valores de desempenho em

provas, como referência para o controle do treino, é muito utilizada, principalmente por treinadores sem acesso a determinado equipamento laboratorial.

O valor da VMM vai servir, então, como referência para prescrição da intensidade do treino. Nesse caso, assume-se o valor da prova como intensidade de 100%. A partir daqui, são calculadas outras intensidades, expressas em velocidade. Atualmente, com o auxílio de “relógios” com GPS, é possível seguir facilmente determinada velocidade. Não tendo esses dispositivos, o treinador terá que fornecer tempos de passagem, por determinada distância, para orientação da intensidade durante a sessão de treino.

No caso de atletas de corridas de média e longa distância, as provas mais utilizadas como referência são os 3 km, 10 km e meia-maratona. Os valores de velocidade dos 3 km podem servir para estimar a $VelVO_{2max}$ (Bragada *et al.*, 2010). Os valores médios da velocidade de corrida da prova de 3 km podem ser assumidos como semelhantes aos valores da $VelVO_{2max}$. Por seu lado, os valores médios da prova de corrida de 10 km (e mesmo meia-maratona) são mais próximos da V_4 e da $VCrítica$. A utilização de velocidades médias obtidas em competições para controle da intensidade parece adequado, no entanto, deverão ser escolhidas corridas em terreno plano, em condições agradáveis e sem vento.

De uma forma geral, a prescrição do treino tendo em conta velocidades de corrida parece adequada e é acessível a qualquer treinador. No entanto, se possível, deve ser complementada com a observação de outras variáveis que possam ser avaliadas periodicamente e que podem fornecer indicações mais pormenorizadas sobre o efeito específico de um determinado tipo de treino.

4

INTEGRAÇÃO DO VOLUME COM A INTENSIDADE: O RUNNING STRESS SCORE (RSS)

O controle e avaliação da carga de treino, pela combinação do volume com a intensidade em um único valor, foram iniciados há bastante tempo (Banister *et al.*, 1975). De uma forma geral, essa combinação resulta da multiplicação do volume pela intensidade, resultando uma nova variável. No entanto, verificou-se que a avaliação da “dose” de treino, ou estresse fisiológico, associada à carga de treino é relativamente complexa, e não existe um procedimento “*gold standard*” que possa ser utilizado no terreno em diferentes contextos (Lambert, 2010; Desgorces, 2020).

Ao longo dos últimos anos, foram experimentadas diversas formas de combinar volume com intensidade, como, por exemplo: a PSE considerada isoladamente (Eston, 2012); a PSE multiplicada pelo tempo da sessão (Foster *et al.*, 1995); a FC multiplicada pelo tempo da sessão (Banister *et al.*, 1975), o valor de MET.min por semana (U.S. Department of Health and Human Services, 2018), ou o valor de uma velocidade “limiar” multiplicada pelo tempo. Neste último caso, é comum denominar-se essa variável de RSS.

A combinação do volume e da intensidade na mesma variável tem todo o sentido e pode fornecer indicações mais robustas sobre o impacto do treino do que quando apreciado o volume ou a intensidade isoladamente.

O valor de RSS de referência é obtido a partir de um esforço de intensidade constante, o mais elevado possível, que o atleta consegue realizar durante uma hora. A esse esforço é atribuído um RSS de “100”. Posteriormente, o esforço de qualquer sessão de treino pode ser comparado com aquele valor.

O valor “100” não é o maior valor de RSS que pode ser atingido em uma sessão de treino. Por exemplo, 2h de treino contínuo uniforme a 70% da $V_{Crítica}$ reflete um RSS de 140 ($RSS = 0,7 \times 100 \times 2$), considerando a $V_{Crítica}$ como a variável de referência.

Apesar de haver consenso generalizado relativamente ao grau de esforço que deve ser considerado como referência (intensidade “limiar” durante uma hora, à qual é atribuído o valor “100”), a variável de referência para a intensidade pode ser diversa. A escolha concreta da forma de expressar a intensidade vai depender da modalidade desportiva, das opções do treinador ou do equipamento disponível.

No caso das corridas, o RSS igual a 100 deve ser obtido a partir da realização de uma competição (real ou simulada), em terreno plano e condições agradáveis, sem vento, de duração de uma

hora. A velocidade média dessa competição serve de referência para comparação com a velocidade obida em sessões de treino futuras.

Apesar de o procedimento referido anteriormente ser o mais frequente, em algumas situações, são usados tempo de esforço diferentes de 1h. Nesses casos, as intensidades que servem de referência para atribuição do score de “100” podem ser a V4 (ou MaxLaSS), a VCrítica, a PCrítica, a FC à V4 (ou FC ao MaxLaSS).

Jones *et al.* (2019) defendem que a VCrítica seja a variável mais adequada para expressar a intensidade de esforço mais alta possível, que pode ser realizada de forma prolongada no tempo (Jones *et al.*, 2019). Nesse sentido, a VCrítica tem todo o sentido para poder ser usada como referência de intensidade para a atribuição do RSS de “100”.

Atualmente, o desenvolvimento de tecnologia portátil que mede a potência durante a corrida (potenciômetro Stryde) permite a determinação, também, da PCrítica na corrida, tornando-se, assim, mais uma alternativa para determinação do RSS.

Nesse contexto, o treinador tem ao seu dispor várias opções no sentido de medir o impacto no organismo provocado por uma determinada sessão de treino. A monitorização do RSS ao longo do tempo no mesmo sujeito pode fornecer indicações pertinentes sobre o impacto do treino e sobre sua modificação.

5

A PRESCRIÇÃO DA INTENSIDADE DE TREINO

Como referido anteriormente, normalmente, a prescrição da intensidade pressupõe a escolha prévia de uma ou mais variáveis de referência. Essas variáveis podem ser resultantes da realização de esforços máximos ou submáximos. O valor de cada uma vai corresponder a uma de intensidade de 100%. A partir desse valor, são calculadas outras intensidades. Por exemplo, se pretendemos prescrever um treino a 80% da $VelVO_{2max}$, e soubermos que a $VelVO_{2max}$ é de 20km/h, multiplicamos 0,8 por 20 e obtemos o valor da velocidade de treino pretendido, nesse caso, 16km/h.

Dada a diversidade de variáveis de referência, que podem ser usadas pelos treinadores, é bastante comum a utilização de

mais do que uma. Assim, podemos usar uma variável para orientar a prescrição em um tipo de treino e podemos escolher outra para outro tipo diferente. Por exemplo, a $VelVO_2max$ é bastante usada como referência para prescrever treinos intervalados; a VMM em 10km pode servir para orientar treinos contínuos.

Um procedimento que parece adequado é a avaliação direta ou indireta de diferentes variáveis no mesmo atleta. Posteriormente, é possível elaborar quadros com níveis de intensidade, tendo em conta valores específicos. A título ilustrativo, apresentamos o caso do atleta A, que apresenta os dados:

- VO_2max – 60ml/kg/min
- $VelVO_2max$ – 18km/h
- $FCmax$ – 190bpm
- $FCReserva$ – 140bpm
- $FCRepouso$ – 50bpm
- Velocidade na prova de 10km = 17,1km/h (3min:31s/km)

O quadro 6 apresenta apenas os valores dos níveis de intensidade, tendo como referência a $VelVO_2max$ (exemplos tendo em conta a FC já foram descritos anteriormente). Nesse caso, fizemos 5 níveis, cada um com uma magnitude de 10%. Para além do cálculo da velocidade em cada nível, podemos, se necessário, determinar os respetivos tempos por quilómetro. Geralmente, os atletas sem relógio com GPS orientam-se por tempo/distância. Nesses casos, pode ser necessário fornecer-lhes tempos de passagem, associados a determinada velocidade. Como exemplo ilustrativo, podemos fornecer alguns passos relativamente simples para determinar o tempo de passagem a cada quilómetro, conforme uma determinada velocidade. Assim, se pretendo saber o tempo/km à velocidade de 10,8 km/h: Dividimos 60 min por 10,8 = 5,56 min; ficamos a saber

que vamos demorar 5 min e mais 0,56 centésimos do minuto; em seguida, multiplicamos $0,56 \times 60 = 33,6$ s; arredondado ao segundo, vem o valor de 34 segundos, que vamos acrescentar aos 5 minutos calculados antes; a uma velocidade de 10,8 km/h, corresponde o tempo/km = 5min:34s.

Quadro 6 — Níveis de intensidade tendo como referência a VelVO2max

Nível de Intensidade	% VelVO2max	Velocidade (km/h)	Tempo/km (min:s)
N1 — Suave	até 60%[	até 10,8[	até 5:34[
N2 — Moderado	[60 a 70%[	[10,8 a 12,6[	[5:34 a 4:46[
N3 — Forte	[70 a 80%[	[12,6 a 14,4[	[4:46 a 4:10[
N4 — Elevado	[80 a 90%[	[14,4 a 16,2[	[4:10 a 3:42[
N5 — Muito elevado	[90 a 100%]	[16,2 a 18]	[3:42 a 3:20]

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

Com base em quadros semelhantes ao quadro 6, o treinador pode prescrever sessões de treino por níveis de intensidade, distribuídos temporalmente pela sessão. Por exemplo, na prescrição de um treino de 1h de duração, o treinador pode indicar: N1 — 15 min; N3 — 30 min; N2 — 15 min. Dessa forma, o atleta consulta os quadros que lhe foram fornecidos pelo treinador e cumpre com facilidade o plano estabelecido para aquela sessão.

Para evidenciar a utilização integrada das diferentes formas de controlo da intensidade do treino, apresentamos um exemplo de microciclo semanal, no qual a prescrição da intensidade é realizada por intermédio de várias variáveis, de acordo com o tipo de estímulo pretendido. Para isso, tivemos como referência um atleta fictício, de nível médio, a cumprir um plano de treino para a meia-maratona.

Características gerais do atleta:

- Idade: 25 anos
- Nível médio: 3 anos de treino regular



- FCmax: 190bpm
- FCRep: 50bpm
- FCReserva: 140bpm (190–50)
- V4: 17,5km/h
- VCrítica: 18,0km/h

Objetivos do microciclo:

- Desenvolver/solicitar a capacidade aeróbia e anaeróbia láctica.
- Realizar ritmos de corrida em diferentes níveis de intensidade.

A estrutura do microciclo:

O quadro 7 apresenta a estrutura do microciclo.

Quadro 7 — Exemplo de microciclo com o foco principal na utilização de diferentes formas de controle da intensidade do treino

Dia	Conteúdo principal	Intensidade	Controlo da intensidade	Duração
Dia 1	Corrida contínua	Moderada (Nível 2)	FCReserva (60–65%)	1h
Dia 2	Treino Intervalado: 3 × 2km (rec. 3’)	Elevada	VCrítica (95–100%)	1h
Dia 3	Treino variável: Corrida contínua	Intensidade variável	PSE (12 a 16 da escala)	1h
Dia 4	Corrida contínua	Moderada (Nível 2)	FCReserva (65–70%)	1h
Dia 5	Treino Intervalado: 6 × 600m (rec. 2’)	Elevada	VelVO ₂ max (100%)	1h
Dia 6	Corrida contínua com final rápido	Baixa + moderada + forte	45min (65 a 70% da V4) 30min (85 a 90% da V4) 15min (95 a 100% da V4)	1,5h

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

Descrição das sessões com cálculos de intensidade:**Dia 1 – Corrida contínua moderada (Nível 2)**

Controlo: FCReserva (60–65%)

Cálculo da intensidade

- 60% FCReserva $\rightarrow 50 + (0,60 \times 140) = 134\text{bpm}$
- 65% FCReserva $\rightarrow 50 + (0,65 \times 140) = 141\text{bpm}$

Prescrição

- Corrida contínua de 60 minutos, mantendo a frequência cardíaca entre 134 e 141bpm.

Dia 2 – Treino intervalado longo (3 × 2km)

Controlo: VCrítica (95–100%)

Cálculo da intensidade

- 95% VCrítica $\rightarrow 0,95 \times 18,0 = 17,1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$
- 100% VCrítica $\rightarrow 18,0\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$

Prescrição

- 3 × 2km, mantendo a velocidade de corrida entre 17,1–18,0km/h
- Recuperação: 3min de corrida ligeira

Dia 3 – Treino variável (corrida contínua)

Controlo: PSE (12–16)

Correspondência indicativa (não prescritiva)

- PSE 12–13 $\rightarrow$ intensidade baixa
- PSE 14–15 $\rightarrow$ intensidade moderada a elevada

- PSE 16 → intensidade elevada, mas relativamente confortável

Prescrição

- Corrida contínua de 60 minutos com variações espontâneas de ritmo, mantendo o esforço percebido entre **12 e 16** na escala de Borg (6–20).

Dia 4 - Corrida contínua moderada (Nível 2)

Controlo: FCReserva (65–70%)

Cálculo da intensidade

- 65% FCReserva → 141bpm ($50 \text{ FCRepouso} + 0,65 \times 140$)
- 70% FCReserva → 148bpm ($50 \text{ FCRepouso} + 0,70 \times 140$)

Prescrição

- Corrida contínua de 60 minutos, tentando manter uma FCAlvo entre 141 e 148bpm.

Dia 5 - Treino intervalado médio (6 × 600m)

Controlo: VelVO₂max (100%)

Cálculo da intensidade

- 100% VelVO₂max = 18,5km/h

Prescrição

- 6 × 600 m a 18,5km/h
- Recuperação: 2min de corrida ligeira

Sessão orientada para elevada solicitação do VO₂max, com foco na economia de corrida e na qualidade técnica.

Dia 6 – Corrida contínua com final rápido

Cálculo das intensidades

- $65\% V4 \rightarrow 0,65 \times 17,5 = 11,4\text{km/h}$
- $70\% V4 \rightarrow 0,70 \times 17,5 = 12,3\text{km/h}$
- $85\% V4 \rightarrow 0,85 \times 17,5 = 14,9\text{km/h}$
- $90\% V4 \rightarrow 0,90 \times 17,5 = 15,8\text{km/h}$
- $95\% V4 \rightarrow 0,95 \times 17,5 = 16,6\text{km/h}$
- $100\% V4 \rightarrow 17,5\text{km/h}$

Prescrição

- 45 min a 11,4–12,3km/h
- 30 min a 14,9–15,8km/h
- 15 min finais a 16,6–17,5km/h

O microciclo apresentado, a título ilustrativo, baseia-se em uma lógica de complementaridade dos estímulos, combinando sessões de maior duração e intensidade moderada com sessões mais curtas e de maior exigência fisiológica. As corridas contínuas, sobretudo as de maior duração, visam o desenvolvimento da capacidade aeróbia e da resistência geral, permitindo a acumulação de volume de treino com um custo fisiológico controlado. As sessões intervaladas, de menor duração e maior intensidade, destinam-se a estimular domínios específicos da intensidade do exercício, possibilitando a realização de ritmos semelhantes, ou mesmo superiores, aos da competição. A alternância desses estímulos tende a potencializar as adaptações ao treino, contribuindo simultaneamente para um melhor controle da fadiga.

O microciclo apresentado ilustra, ainda, como diferentes variáveis de controlo da intensidade podem ser utilizadas de forma

complementar no mesmo planejamento semanal. Sessões de corrida contínua suave ou moderada, bem como treinos intervalados com distâncias mais longas, podem ser eficazmente controladas com base em níveis de intensidade definidos pela FC de reserva, pela V4 ou pela VCrítica. Em treinos realizados a ritmos mais elevados, como treinos intervalados com distâncias até 1000m, a utilização de referências baseadas na $\text{VelVO}_{2\text{max}}$ revela-se mais adequada. Sessões de intensidade variável, não rigidamente controladas — como percursos realizados em ambiente natural — constituem um contexto privilegiado para a utilização da PSE, promovendo a autorregulação e a autopercepção do esforço por parte do atleta. Assim, a utilização combinada dessas abordagens permite um controlo mais fino da carga de treino, respeitando a especificidade de cada tipo de sessão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade principal deste documento é a apresentação, de forma não muito exaustiva, de um leque alargado de alternativas que podem ser usadas no controlo e avaliação da carga de treino, nas corridas de média e longa duração.

Para isso, definimos os diferentes conceitos, as formas típicas de avaliação, e ilustrámos alguns procedimentos com exemplos concretos. Referimos que as componentes frequentemente consideradas na avaliação e controlo do treino são o volume, a frequência semanal, a intensidade e a integração de volume com intensidade.

Em relação ao volume, vimos que os procedimentos são relativamente simples. Contabiliza-se o tempo e/ou a distância percorrida por sessão, por microciclo, ou outros períodos mais alargados.

A frequência semanal (número de sessões por semana) depende muito do nível do atleta e da sua disponibilidade. Atletas de “recreação” e atletas de nível médio realizam, geralmente, 5–6 sessões por semana. A frequência semanal pode atingir 10 a 12 sessões, em corredores de nível elevado, após alguns anos de treino.

Em relação à avaliação e prescrição da intensidade do treino, apresentámos várias alternativas. As mais comuns são as que têm como referência a FCmax, a FCReserva, a V4, a VelVO₂max, a VC_{crítica}, a PSE ou a VMM obtida em uma competição.

Apresentámos, também, uma forma de controlo da carga de treino “mista”, que integra volume com intensidade — o RSS. Essa variável pode expressar mais fielmente o impacto do treino do que quando se considera isoladamente o volume ou a intensidade.

Nesse contexto, o treinador e atletas podem escolher qual, ou quais, procedimentos pretendem usar. Provavelmente, não há formas mais corretas do que outras. O treinador, de acordo com a modalidade em causa, os seus conhecimentos, as convicções e as possibilidades, utiliza as que julgar mais adequadas.

A evolução tecnológica operada nos últimos anos teve, e continuará a ter, repercussões nessa área do treino desportivo. A possibilidade de registo de diversos dados do treino, em plataformas eletrónicas (ex: Training Peaks), ao longo do tempo, permite analisar o treino de uma forma mais pormenorizada e complexa. Essas plataformas elaboram gráficos de registo individual do treino, ao longo do tempo, com base na medição contínua da FC, da velocidade, da inclinação do terreno, da velocidade/potência na corrida, bem como valores de PSE durante os treinos. O seu registo ao longo do tempo permite a elaboração de gráficos ilustrativos da evolução do atleta e retirar ilações para o futuro. A partir do histórico dos dados registados, são calculadas diferentes variáveis que podem servir de referência para o controlo da intensidade, como sejam: estimativa do VO_{2max} , a potência crítica, a velocidade crítica ou algum tipo de "limiar". Esses dados podem ser utilizados para definir níveis/zonas de intensidade de treino.

Nesse contexto de grande adesão às plataformas eletrónicas de registo e prescrição do treino, há algumas variáveis, não abordadas neste documento, que começam a ser utilizadas e parecem ter pertinência. A "Trainig Peaks", uma das plataformas mais conhecidas a nível global, de registo e prescrição de treino individualizado, apresenta algumas variáveis interessantes, que podem ser complementares a outras mais comuns. Quatro dessas variáveis são as seguintes (Stewart, [2026]):

- Aerobic decoupling (desacoplamento aeróbio): essa variável faculta indicações sobre o comportamento do valor da FC durante um treino contínuo uniforme de longa duração

e de baixa intensidade. A variação da FC nesse treino deverá ser inferior a 5%. Caso seja superior, o atleta deverá ajustar a intensidade.

- Efficiency factor (factor de eficiência): essa variável expressa a relação entre o ritmo de corrida e a média da FC de uma sessão de treino, em comparação com o valor obtido em outra sessão de treino semelhante, mas realizada após algum tempo. A análise da modificação dessa variável ao longo do tempo pode fornecer pistas sobre o estado de forma do atleta.
- Velocidade ascensional média: refere-se a uma medida de velocidade média de escalada (em metros escalados por hora). Esse valor é útil principalmente para corredores de *trail*, na medida em que avalia as melhorias na velocidade em percursos íngremes. As melhorias podem ser detetadas comparando sessões de treino realizadas nos mesmos percursos, com um intervalo de tempo entre elas.
- PSE *versus* fator de intensidade: essa variável pode ser avaliada quando confrontamos um valor de PSE com um determinado valor de intensidade (por exemplo: 90% da $VelVO_{2max}$), obtido após a realização de um treino contínuo uniforme. Se, para a mesma intensidade, a PSE for diminuindo, isso pode significar a melhoria da capacidade de rendimento do atleta.

A utilização de plataformas para prescrição e seguimento do processo de treino é interessante e pode servir também de motivação para o atleta. Os registos gráficos dos dados do treino podem ser consultados facilmente. Em alguns casos, são apresentados quadros com os níveis de intensidade calculados a partir dos dados individuais, muito pertinentes para a prescrição do treino. No entanto, uma desvantagem é que a utilização plena dessas plataformas implica o pagamento de uma contribuição mensal, que não está ao alcance de todos. Por outro lado, os algoritmos utilizados para obtenção das métricas normalmente não são divulgados.

Em síntese, o controlo e a avaliação da carga de treino, apesar de bastante documentados, ainda têm um caminho a percorrer. Provavelmente, a contínua melhoria de equipamento eletrónico, que permite monitorizar cada vez mais parâmetros, vai possibilitar uma análise do processo de treino progressivamente mais complexa e mais individualizada. A análise retrospectiva do processo de treino vai melhorar a previsão do rendimento, vai permitir evitar o sobre-treino, vai fornecer indicações mais adequadas sobre o decurso da recuperação e poderá ajudar com informações durante as próprias competições.

Em todo o caso, estamos confiantes de que não acontecerá uma "robotização" do atleta. As sensações, as paixões, as emoções e as motivações decorrentes da prática do treino, da competição e do relacionamento social daí resultantes continuarão a ser as principais razões justificativas da prática desportiva. Só assim se pode entender a participação massiva de milhares de pessoas em algumas corridas.

A superação individual e a comparação com o "outro", intrínsecas da participação desportiva, são características próprias do ser humano. O rendimento desportivo, fundamentado no esforço diário, no *Fair Play* e no convívio social, pode contribuir para sociedades mais igualitárias, mais solidárias e com pessoas mais felizes.

BIBLIOGRAFIA

ACSM. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2018.

ARMSTRONG, N. Physical Fitness and Physical Activity during childhood and adolescence. *In*: CHAN, K-M; MICHEL, L. J. (ed.). **Sports and Children**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.

ASTRAND, P. O; BERGH, U; KILBOM, A. A 33-yr follow-up of peak oxygen uptake and related variables of former physical education students. **J Appl Physiol**, [s. l.], v. 82, n. 6, p. 1844-52, 1997.

BABINEAU, C; LEGER, L. Physiological response of 5/1 intermittent aerobic exercise and its relationship to 5 km endurance performance. **Int J Sports Med**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 13-19, jan. 1997.

BANISTER, E. W; CALVERT, T. W; SAVAGE, M. V; BACH, T. M. A systems model of training for athletic performance. **Aust J Sports Med**, [s. l.], p. 57-61, 1975.

BAUMGARTNER, T. A; JACKSON, A. S. **Measurement for evaluation, in physical education and exercise science**. New York: Wm. C. Brown Publishers, 1991.

BILLAT, V. **Course de fond et performance**. Paris: Éditions Chiron, 1991.

BILLAT, V. **Physiology et methodology de l'entrainement**: de la théorie à la pratique. De Boeck Université, 1998.

BILLAT, V. L; BLONDEL, N; BERTHOIN, S. Determination of the velocity associated with the longest time to exhaustion at maximal oxygen uptake. **Eur J Appl Physiol**, [s. l.], v. 80, n. 2, p. 159-161, jul. 1999.

BILLAT, V. L; HILL, D. W; PINOTEAU, J; PETIT, B; KORALSZTEIN, J. P. Effect of protocol on determination of velocity at $\dot{V}O_2$ max and on its time to exhaustion. **Arch Physiol Biochem**, [s. l.], v. 104, n. 3, p. 313-321, 1996.

BILLAT, V. L; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at $\dot{V}O_2$ max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Med**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 90-108, ago. 1996.

BILLAT, V. L; KORALSZTEIN, J. P; MORTON, R. H. Time in human endurance models. From empirical models to physiological models. **Sports Med**, [s. l.], v. 27, n. 6, p. 359-379, jun. 1999.

BILLAT, V. L.; SLAWINSKI, J.; BOCQUET, V.; DEMARLE, A.; LAFITTE, L.; CHASSAING, P.; KORALSZTEIN, J. P. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. **Eur J Appl Physiol**, [s. l.], v. 81, n. 3, p. 188-196, fev. 2000.

BOMPA, T. **Theory and methodology of training**. USA: Kendall/Hunt publishing company. Library of Congress, 1994.

BOSQUET, L.; LÉGER, L.; LEGROS, P. Methods to determine aerobic endurance. **Sports Med**, [s. l.], v. 32, n. 11, p. 675-700, 2002 DOI: 10.2165/00007256-200232110-00002. PMID: 12196030.

BRAGADA, J. A.; BARTOLOMEU, R. F.; RODRIGUES, P. M.; MAGALHÃES, P. M.; BRAGADA, J. P.; MORAIS, J. E. Validation of StepTest4all for Assessing Cardiovascular Capacity in Young Adults. **Int J Environ Res Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 18, p. 11274, set. 2022. DOI: 10.3390/ijerph191811274. PMID: 36141547; PMCID: PMC9517667.

BRAGADA, J. A.; PEDRO, P. M.; VASQUES, C. S.; TIAGO, M. B.; VÍTOR, P. L. Net heart rate to prescribe physical activity in middle-aged to older active adults. **J Sports Sci Med**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 616-621, dez. 2009. PMCID: PMC3761550.

BRAGADA, J. A.; SANTOS, P. J.; MAIA, J. A.; COLAÇO, P. J.; LOPES, V. P.; BARBOSA, T. M. Longitudinal Study in 3,000 m Male Runners: Relationship between Performance and Selected Physiological Parameters. **J Sports Sci Med**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 439-444, set. 2010. PMID: 24149638; PMCID: PMC3761698.

BROOKS, G. A.; FAHEY, T. D.; BALDWIN, K. M. **Exercise physiology: human bioenergetics and its applications**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2004.

CHEN, M. J.; FAN, X.; MOE, S. T. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. **J Sports Sci**, [s. l.], v. 20, n. 11, p. 873-899, nov. 2002. DOI: 10.1080/026404102320761787. PMID: 12430990.

DEMARLE, A. P.; SLAWINSKI, J. J.; LAFFITE, L. P.; BOCQUET, V. G.; KORALSZTEIN, J. P.; BILLAT, V. L. Decrease of O_2 deficit is a potential factor in increased time to exhaustion after specific endurance training. **J Appl Physiol**, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 947-953, mar. 2001.

DESGORCES, F. D.; HOURCADE, J. C.; DUBOIS, R.; TOUSSAINT, J. F.; NOIREZ, P. Training load quantification of high intensity exercises: Discrepancies between original and alternative methods. **PLoS One**. [s. l.], v. 15, n. 8, e0237027, ago. 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0237027. PMID: 32745112; PMCID: PMC7398532.

DINAN, S; SKELTON, D; MALBUT, K. Aerobic endurance training. *In*: JONES, C.; TROSE, D. **Physical activity instruction of older adults**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.

ESTON, R. Use of ratings of perceived exertion in sports. **Int J Sports Physiol Perform.**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 175-182, 2012. DOI: 10.1123/ijsp.7.2.175.

FAUDE, O; KINDERMANN, W; Meyer, T. Lactate threshold concepts: how valid are they? **Sports Med.**, [s. l.], v. 39, p. 469-490, 2009.

FEDERAÇÃO PORTUGUESA DE ATLETISMO. Recordes nacionais de atletismo. FPA, c2026. Disponível em: <https://fpatletismo.pt/atletismo/estatistica/rankings-anuais/recordes-nacionais/>. Acesso em: 18 mar. 2026.

FOSTER, C; HECTOR, L. L; WELSH, R; SCHRAGER, M; GREEN, M. A; SNYDER, A. C. Effects of specific versus cross-training on running performance. **Eur J Appl Physiol**, [s. l.], v. 70, p. 367-372, 1995.

HAWKINS, S. A.; MARCELL, T. J.; JAQUE, S. V.; WISWELL, R. A. A longitudinal assessment of change in $\dot{V}O_2$ max and maximal heart rate in master athletes. **Med. Sci. Sports Exerc.**, [s. l.], v. 33, n. 10, p. 1744-1750, 2001.

HEYWARD, V. H. Assessing cardiorespiratory fitness. *In*: HEYWARD, V. H. **Advanced fitness assessment exercise prescription**. 3. ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.

HOUMARD, J. A.; CRAIB, M. W.; O'BRIEN, K. F.; SMITH, L. L.; ISRAEL, R. G.; WHEELER, W. S. Peak running velocity, submaximal energy expenditure, $\dot{V}O_2$ max, and 8 km distance running performance. **J Sports Med Phys Fitness**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 345-350, set. 1991.

HUTCHINSON, J. C. Perceived effort and exertion. *In*: ZENKO, Z.; JONES, L. (ed.). **Essentials of exercise and sport psychology**: An open access textbook. [s. n.]: Society for Transparency, Openness and Replication in Kinesiology, 2021. p. 294-315. DOI: 10.51224/B1013.

HUTCHINSON, J. C.; TENENBAUM, G. Perceived effort and exertion. *In*: ANSHEL, M. H.; PETRUZZELLO, S. J.; LABBÉ, E. E. (ed.). **APA handbook of sport and exercise psychology**: Exercise psychology. [s. l.]: American Psychological Association, 2019. v. 2, p. 159-182.

JACKSON, A. S.; WIER, L. T.; AYERS, G. W.; BEARD, E. F.; STUTEVILLE, J. E.; BLAIR, S. N. Changes in aerobic power of women, ages 20-64 yr. **Med Sci Sports Exerc.**, [s. l.], v. 28, n. 7, p. 884-891, jul. 1996.

JONES, A. M. A five year physiological case study of an Olympic runner. **Br J Sports Med**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 39-43, mar. 1998.

JONES, A. M.; BURNLEY, M.; BLACK, M. I.; POOLE, D. C.; VANHATALO, A. The maximal metabolic steady state: redefining the 'gold standard'. **Physiol Rep**, [s. l.], v. 7, n. 10, e14098, maio 2019. DOI: 10.14814/phy2.14098. PMID: 31124324; PMCID: PMC6533178.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **J Sports Sci**, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 321-327, ago. 1996. DOI: 10.1080/02640419608727717. PMID: 8887211.

JONES, A. M.; WILKERSON, D. P.; DIMENNA, F.; FULFORD, J.; POOLE, D. C. Muscle metabolic responses to exercise above and below the "critical power" assessed using 31P-MRS. **Am J Physiol**, [s. l.], v. 294, p. R585-R593, 2008.

JONES, A. M.; GRASSI, B.; CHRISTENSEN, P. M.; KRISTENSEN, M.; BANGSBO, J.; POOLE, D. C. Slow component of VO₂ kinetics: mechanistic bases and practical applications. **Med Sci Sports Exerc**, [s. l.], v. 43, p. 2046-2062, 2011.

JONES, A. M.; BURNLEY, M.; BLACK, M. I.; POOLE, D. C.; VANHATALO, A. The maximal metabolic steady state: redefining the 'gold standard'. **Physiol Rep**, [s. l.], v. 7, n. 10, e14098, maio 2019. DOI: 10.14814/phy2.14098. PMID: 31124324; PMCID: PMC6533178.

KASCH, F. W.; BOYER, J. L.; VAN CAMP, S.; NETTL, F.; VERITY, L. S.; WALLACE, J. P. Cardiovascular changes with age and exercise. **Scand J Med Sci Sports**, [s. l.], v. 5, p. 147-151, 1995.

KOSSI, O.; LACROIX, J.; COMPAGNAT, M.; DAVIET, J. C.; MANDIGOUT, S. Perceived exertion and energy expenditure during physical activities in healthy young people and older adults. **Folia Med (Plovdiv)**, [s. l.], v. 63, n. 4, p. 502-510, 2021. DOI: 10.3897/folmed.63.e56679. PMID: 35851171.

LACOUR, J. R.; PADILLA-MAGUNACELAYA, S.; BARTHELEMY, J. C.; DORMOIS, D. The energetics of middle-distance running. **Eur. J. Appl. Physiol**, [s. l.], v. 60, p. 38-43, 1990.

LACOUR, J. R.; PADILLA-MAGUNACELAYA, S.; CHATARD, J. C.; ARSAC, L.; BARTHELEMY, J. C. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. **Eur J Appl Physiol**, [s. l.], v. 62, n. 2, p. 77-82, 1991.

LAMBERT, M. I.; BORRESEN, J. Measuring training load in sports. **Int J Sports Physiol Perform**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 406-411, 2010. DOI: 10.1123/ijsp.5.3.406. PMID: 20861529.

MAIA, J.; LOPES, V. P.; PINA DE MORAIS, F. **Atividade física e aptidão física associada à saúde**. Um estudo de epidemiologia genética em gémeos e suas famílias realizado no arquipélago dos Açores. Porto: FCDEF - Universidade do Porto; Direção Regional de Educação Física e Desporto da Região Autónoma dos Açores, 2001.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. Aerobic power and capacity during growth. /n: MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Growth, maturation, and physical activity**. Champaign: Human Kinetics, 1991. cap. 13, p. 205-216.

MANNO, R. **Fundamentos de entrenamiento deportivo Paidotribo**. Barcelona: Paidotribo, 1990.

MORAIS, J. E.; BRAGADA, J. A. Relationship between Oxygen Uptake Reserve and Heart Rate Reserve in Young Male Tennis Players: Implications for Physical Fitness Monitoring. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 23, p. 15780, 2022. DOI: 10.3390/ijerph192315780.

MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. Energy expenditure during walking, running, and swimming. /n: MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Essentials of Exercise physiology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994.

MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. **Fisiologia do Exercício: nutrição, Energia e Desenvolvimento Humano**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

NOAKES, T. D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. **Med Sci Sports Exerc**, [s. l.], v. 20, p. 319-330, 1988.

PAGEAUX, B. Perception of effort in exercise science: Definition, measurement and perspectives. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 16, n. 8, p. 885-894, 2016. DOI: 10.1080/17461391.2016.

POLLOCK, M. L.; MENGELKOCH, L. J.; GRAVES, J. E.; LOWENTHAL, D. T.; LIMACHER, M. C.; FOSTER, C.; WILMORE, J. H. Twenty-year follow-up of aerobic power and body composition of older track athletes. **J Appl Physiol**, [s. l.], v. 82, n. 5, p. 1508-1516, 1997.

ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. O. Measuring endurance, anaerobic capacity, and strength. /n: ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. O. **Exercise Physiology, exercise, performance and clinical applications**. St. Louis: Mosby-Year Book, 1997. cap. 19.

ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. O. Pediatric exercise science. /n: ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. O. **Exercise Physiology, exercise, performance and clinical applications**. St. Louis: Mosby-Year Book, 1997. cap. 25.

ROBERGS, R.; LANDWEHR, R. The surprising history of the $HR_{max}=20\text{-age}''$ equation.

Journal of Exercise Physiology on-line, [s. l.], v. 5, n. 2, 2002. Disponível em: <http://faculty.css.edu/tboone2/asep/Robergs2.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2026.

ROBERTSON, B. J.; NOBLE, R. J. Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. **Exercise & Sport Science Reviews**, [s. l.], v. 25, p. 407-452, 1997.

SCHERR, J.; WOLFARTH, B.; CHRISTLE, J. W.; PRESSLER, A.; WAGENPFEIL, S.; HALLE, M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. **Eur J Appl Physiol**, [s. l.], v. 113, n. 1, p. 147-155, 2013. DOI: 10.1007/s00421-012-2421-x. PMID: 22615009.

SHEPHARD, R. J. Consumo máximo de oxígeno. In: SHEPHARD, R. J.; ASTRAND, P.-O. (org.). **La resistencia en el deporte**. 2. ed. Barcelona: Paidotribo, 2000. cap. 19.

SHOOKSTER, D.; LINDSEY, B.; CORTES, N.; MARTIN, J. R. Accuracy of Commonly Used Age-Predicted Maximal Heart Rate Equations. **Int J Exerc Sci**, [s. l.], v. 13, n. 7, p. 1242-1250, 2020. PMID: 33042384; PMCID: PMC7523886.

SILVA, V.A.; BOTTARO, M.; JUSTINO, M.A.; RIBEIRO, M.M.; LIMA, R.M.; OLIVEIRA, R.J. Maximum heart rate in Brazilian elderly women: comparing measured and predicted values.

Arquivos Brasileiros de Cardiologia, [s. l.], v. 88, n. 3, p. 314-320, 2007.

SMITH, C. G.; JONES, A. M. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. **Eur J Appl Physiol**, [s. l.], v. 85, p. 19-26, 2001.

SREEDHARA, V. S. M.; MOCKO, G. M.; HUTCHISON, R. E. A survey of mathematical models of human performance using power and energy. **Sports Med Open**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 54, 2019. DOI: 10.1186/s40798-019-0230-z. PMID: 31883068; PMCID: PMC6934642.

ST CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, M. I.; HAWLEY, J. A.; BROOMHEAD, S. A.; NOAKES, T. D. Measurement of maximal oxygen uptake from two different laboratory protocols in runners and squash players. **Med Sci Sports Exerc**, [s. l.], v. 31, n. 8, p. 1226-1229, 1999.

STEWART, D. 5 TrainingPeaks Metrics for Ultra Runners. **TrainingPeaks**, [2025?]. Disponível em: <https://www.trainingpeaks.com/blog/trainingpeaks-metrics-running-training/>. Acesso em: 17 mar. 2026.

SWAIN, D. P.; LEUTHOLTZ, B. C.; KING, M. E.; HAAS, L. A.; BRANCH, J. D. Relationship between % heart rate reserve and % VO_2 reserve in treadmill exercise. **Med Sci Sports Exerc**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 318-321, 1998. DOI: 10.1097/00005768-199802000-00022. PMID: 9502363.

TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **J Am Coll Cardiol.**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 153-156, 2001. DOI: 10.1016/s0735-1097(00)01054-8. PMID: 11153730.

TOKMAKIDIS, S. P.; LÉGER, L.; MERCIER, D.; PÉRONNET, F.; THIBAUT, G. New approaches to predict $\text{VO}_{2\text{max}}$ and endurance from running performances. **J Sports Med Phys Fitness**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 401-409, 1987. PMID: 3444324.

UNITED STATES. Department of Health and Human Services. **Physical Activity Guidelines for Americans**. 2. ed. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2018.

VUORIMAA, T.; VASANKARI, T.; RUSKO, H. Comparison of physiological strain and muscular performance of athletes during two intermittent running exercises at the velocity associated with $\text{VO}_{2\text{max}}$. **Int J Sports Med**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 96-101, 2000.

WAKAYOSHI, K.; IKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **Eur J Appl Physiol**, [s. l.], v. 64, p. 153-157, 1992.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. Cardiorespiratory adaptations to training. /n: WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. Champaign IL: Human Kinetics, 1994. cap. 10.

SOBRE O AUTOR

José Augusto Afonso Bragada

Professor Coordenador no Departamento de Desporto da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança (Portugal). Para além da atividade letiva, desenvolve atividade de investigação sobretudo na área do treino desportivo, com especial enfoque no treino da corrida de média e longa distância. Membro integrado do Centro de Investigação Livewell do IPB.

Os seus livros anteriores abordam igualmente outras áreas de interesse, nomeadamente: (i) Jogos tradicionais e o desenvolvimento das capacidades motoras na Escola (2002); ii) Galhofa: Luta Tradicional De Portugal (2017); e (iii) O Atletismo na Escola – o Ensino por Etapas (2020).

É praticante de corrida há mais de 40 anos, tendo participado em dezenas de provas, desde a milha à maratona.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7020-0583>

www.PIMENTACULTURAL.com

CONTROLE E AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE *no treino da corrida de média ou longa distância*



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE BRAGANÇA

