

REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DO DESPORTO

# 2018/3

## REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DO DESPORTO



# RP CD

### **2018**/3

#### ÍNDICE

- 9 Ser professor com a ajuda de Nietzsche (2) José Augusto Santos
- 16 A prática do carregamento de carboidratos e seus efeitos sobre parâmetros metabólicos e desempenho de endurance:
  Uma revisão sistemática
  Juliana Scholles Staudt, Lovaine Rodrigues, Rodrigo Rodrigues
- 33 Contributo da análise de redes sociais para a análise do jogo: Breve sinopse concetual e sinóptica Lorenzo I. Laporta, José Afonso, Isabel Mesquita
- 46 Physiological and kinematic analysis of master swimmers 200 m front crawl Cássia Daniele Zaleski Trindade, Cláudia Dornelles Schneider. Flávio Antônio de Souza Castro

- 62 Formação de professores em
  Timor-Leste: Um modelo assente
  na responsabilidade pessoal e social
  através da educação física
  Céu Baptista, Fernando Santos, Artur Romão
  Pereira, Nuno Corte-Real, Cláudia Dias, Teresa
  Dias, Tom Martinek, Leonor Regueiras, António
  Manuel Fonseca
- 82 Estrutura do conteúdo dos exercícios de competição das ginastas portuguesas de elite e ginastas finalistas das Taças do Mundo Amanda Batista, Rui Garganta,

Lurdes Ávila-Carvalho

97 Effects of a multimodal exercise program in motor fitness and functional motor asymmetry: Study with Portuguese older adults of different contexts.

João Silva, Joana Carvalho, Paula Rodrigues, Olga Vasconcelos

#### CORPO EDITORIAL DA RPCD

#### **DIRECTOR**

António Manuel Fonseca (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

#### **EDITORES-CHEFE**

Cláudia Dias (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
Ricardo Fernandes (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

#### **EDITORES-ASSOCIADOS**

Cosme Buzzachera (UNIVERSIDADE NORTE DO PARANÁ, BRASIL)

Go Tani (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL)

Isabel Mesquita (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

João Paulo Vilas-Boas (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

José Vasconcelos Raposo (UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO, PORTUGAL)

José Maia (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

Júlio Garganta (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

#### COMITÉ EDITORIAL

Alan Nevill (UNIVERSITY OF WOLVERHAMPTON, REINO UNIDO)

Alberto Carlos Amadio (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL)

Alejandro García-Más (UNIVERSIDADE DAS ILHAS

BALEARES, ESPANHA)

António Prista (UNIVERSIDADE PEDAGÓGICA, MOÇAMBIQUE)

Carlo Baldari (UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ECAMPUS, ITÁLIA)

Cecília Borges (UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL, CANADÁ)

Claudio Battaglini (UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA, EUA)

Constantino Arce (UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE

COMPOSTELA, ESPANHA)

David Pyne (UNIVERSITY OF CAMBERRA, AUSTRÁLIA)

Duarte Freitas (UNIVERSIDADE DA MADEIRA, PORTUGAL)

Eduardo Cervello (UNIVERSIDADE MIGUEL HERNANDEZ, ESPANHA)

Flávio de Souza Castro (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO

GRANDE DO SUL, BRASIL)

Francisco Carreiro da Costa (UNIVERSIDADE LUSÓFONA DE

 ${\tt HUMANIDADES\ E\ TECNOLOGIAS,\ PORTUGAL)}$ 

João Barreiros (UNIVERSIDADE DE LISBOA, PORTUGAL)

Jorge Mota (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

José Alberto Duarte (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

José Alves Diniz (UNIVERSIDADE DE LISBOA, PORTUGAL)

José Oliveira (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

Olga Vasconcelos (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

Peter Hastie (AUBURN UNIVERSITY, EUA)

Robert Brustad (UNIVERSITY OF NORTHERN COLORADO, EUA)

Robin Jones (CARDIFF METROPOLITAN UNIVERSITY, REINO UNIDO)

Rui Garcia (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

Silvana Göllner (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE

DO SUL, BRASIL)

Tomas García Calvo (UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA, ESPANHA)

Valmor Tricoli (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL)

#### FICHA TÉCNICA DA RPCD

Revista Portuguesa de Ciências do Desporto Publicação quadrimestral da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto [ISSN 1645-0523]

DESIGN E PAGINAÇÃO Rui Mendonça COLABORAÇÃO Noémia Guarda

IMPRESSÃO E ACABAMENTO
Sersilito

TIRAGEM 500 exemplares

FOTOGRAFIA NA CAPA

Dani Matchirsk, 2012

© A REPRODUÇÃO DE ARTIGOS, GRÁFICOS OU FOTOGRAFIAS DA REVISTA SÓ É PERMITIDA COM AUTORIZAÇÃO ESCRITA DO DIRECTOR.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA
REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DO DESPORTO
Faculdade de Desporto
da Universidade do Porto
Rua Dr. Plácido Costa, 91
4200-450 Porto, Portugal
Tel: +351 225074700
www.rpcd.fade.up.pt
rpcd@fade.up.pt

PREÇOS

PARTICULARES I №S AVULSO 25 euros

ASSINATURAS ANUAIS PARA PORTUGAL 50 euros

ASSINATURAS RESTO DO MUNDO 65 euros

INSTITUIÇÕES∣№S AVULSO 50 euros ASSINATURAS 120 euros

A Revista Portuguesa de Ciências do Desporto está representada na plataforma SciELO Portugal — Scientific Electronic Library Online [site], no SPORTDiscus e no Directório e no Catálogo Latindex — Sistema regional de informação em linha para revistas científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal.







A RPCD TEM O APOIO DA FCT PROGRAMA OPERACIONAL CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO DO QUADRO COMUNITÁRIO DE APOIO III

#### NORMAS DE PUBLICAÇÃO NA RPCD

#### TIPOS DE PUBLICAÇÃO

INVESTIGAÇÃO ORIGINAL Investigações originais em todas as áreas das ciências do desporto.

REVISÕES DA LITERATURA Artigos de síntese da literatura que contribuam para a generalização do conhecimento em ciências do

do conhecimento em ciências do desporto. Artigos de meta-análise e revisões críticas de literatura apenas estarão abertos a especialistas convidados pela RPCD.

#### ESTUDOS DE CASO

Estudos de caso considerados relevantes para as ciências do desporto.

#### **ENSAIOS**

Ensaios, reflexões profundas sobre temas específicos, sínteses de múltiplas abordagens próprias, onde se adiciona uma forte componente literária à argumentação científica, filosófica ou de outra natureza. Este tipo de publicação está reservado a a especialistas convidados pela RPCD.

#### COMENTÁRIOS

Comentários sobre artigos originais e revisões da investigação.

#### REVISÃO DE LIVROS

Revisão de livros em domínios considerados relevantes para as ciências do desporto.

#### REGRAS DE PUBLICAÇÃO

Os artigos submetidos à RPCD deverão conter dados originais, teóricos ou experimentais, na área das ciências do desporto. A parte substancial do artigo não deverá ter sido publicada em mais nenhum local. Se parte do artigo foi já apresentada publicamente deverá ser feita referência a esse facto na secção de Agradecimentos.

#### IDIOMA

Os manuscritos podem ser redigidos em português e em inglês. Quando traduzidos para a língua inglesa sugerimos que o texto seja revisto por alguém que tenha o inglês como primeira língua, preferencialmente um investigador da área.

#### PREPARAÇÃO DO MANUSCRITO

Na preparação do manuscrito, os autores deverão seguir as normas do *Publication Manual of the American Psychological Association (6th Edition).* O manuscrito não deverá conter informações relativas à identidade dos autores, devendo qualquer informação que possa identificar os autores ser omitida ou sublinhada a preto.

#### PÁGINA DE ROSTO

Cada manuscrito deverá ser acompanhado por uma página de rosto (disponível para download em www. rpcd.fade.up.pt), com as seguintes informações: tipo de trabalho (cf. tipos de publicação), número total de palavras, data de submissão, título do trabalho (máximo de 200 caracteres), título abreviado (máximo de 50 caracteres) e nome(s), instituição, endereço, telefone e e-mail do(s) autor (es) (especificando o autor para o qual deverá ser remetida toda a correspondência).

#### ESTRUTURA E EXTENSÃO

Os manuscritos relativos a Investigações Originais e Estudos de Caso não deverão exceder as 5000 palavras, incluindo resumo, corpo de texto, tabelas, figuras e referências. Os manuscritos de Revisão poderão ter uma extensão máxima de 7000 palavras e os Comentários devem possuir entre 500-1500 palavras (não incluindo mais de 10 referências). Todos os manuscritos devem ser compilados na seguinte ordem: resumo e palavras-chave, texto principal, agradecimentos, referências, anexos (se aplicável), tabelas e figuras (uma por página). O manuscrito deverá incluir a numeração contínua das páginas e linhas. O modelo a usar para submissão do manuscrito está disponível para download em www. rpcd.fade.up.pt.

#### PÁGINA DE RESUMO

O resumo deve incluir os resultados mais importantes que suportem as conclusões do trabalho e não exceder as 250 palavras. Deverá ser submetido um resumo em português e em inglês. Deverão ser incluídas 3 a 5 palavraschave e não deverão ser utilizadas abreviaturas.

#### CORPO DE TEXTO

Os manuscritos devem ser enquadrados no modelo para submissão de artigos disponibilizado para download em www.rpcd.fade. up.pt, respeitando as normas do Publication Manual of the American Psychological Association (6th Edition). Não serão aceites artigos que não respeitem estas normas.

#### AGRADECIMENTOS

Referir se o artigo foi parcialmente apresentado publicamente, bem como qualquer apoio financeiro.

#### REFERÊNCIAS

As referências deverão ser elaboradas de acordo com o *Publication Manual* of the American Psychological Association (6th Ed.). Uma compilação dos aspetos mais relevantes a ter em consideração pode ser consultada em www.rpcd.fade.up.pt.

#### FTGURAS

As figuras deverão ser utilizadas quando auxiliam na melhor compreensão do texto. As figuras deverão ser numeradas em numeração árabe na sequência em que aparecem no texto (e.g., Figura 1, Figura 2), colocadas em folhas separadas do corpo de texto nas páginas finais do manuscrito e apenas uma única figura por página. As figuras e ilustrações deverão ser submetidas com excelente qualidade gráfica a preto e branco com uma resolução de 300 dpi, de modo a poderem ser reproduzidas ou reduzidas nas suas dimensões. As fotos de equipamento ou sujeitos deverão ser evitadas.

#### QUADROS

Os quadros deverão ser utilizados para apresentar os principais resultados da investigação, acompanhados de um título curto, estando sujeitos às mesmas regras das referidas para as figuras. As informações apresentadas nos quadros não devem duplicar o texto.

#### DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

Juntamente com o manuscrito, os autores deverão submeter a Declaração de Responsabilidade e de Transferência de Direitos Autorais (disponível para download em www.rpcd.fade.up.pt).

#### PROCESSO DE REVISÃO

Todos os manuscritos submetidos à RPCD são inicialmente sujeitos a uma verificação da originalidade com recurso ao software Turnitin. De seguida, ainda numa primeira fase, serão avaliados por um editor-chefe, sendo os critérios iniciais de aceitação o cumprimento das normas de publicação, a relação do tema com as ciências do desporto e o mérito científico. Após esta análise, se for considerado 'aceite para análise', o artigo será avaliado por dois peritos independentes, sob a forma de análise 'duplamente cega'. Em caso de os especialistas proporem alterações, o(s) autor(es) deve(m) refazer e/ou alterar o manuscrito, num prazo de 30 dias, com base nas recomendações e sugestões dos revisores. Em seguida, deve(m) devolver o manuscrito para uma segunda análise, para que seja possível informar o parecer final (aceitação ou rejeição).

#### CUSTOS DE SUBMISSÃO E PUBLICAÇÃO

A RPCD não tem custos de submissão ou publicação.

#### SUBMISSÃO E ENVIO DE MANUSCRITOS

Os artigos poderão ser submetidos por correio electrónico para rpcd@fade. up.pt, anexando o ficheiro contendo o manuscrito em processador de texto Microsoft Word (\*.doc ou .docx) e a Declaração de Responsabilidade e Transferência de Direitos Autorais (disponível para download em www.rpcd.fade.up.pt).

### PUBLICATION NORMS OF THE PJSS

#### TYPES OF MANUSCRIPTS

ORIGINAL INVESTIGATIONS
Original papers related to all areas of sport sciences.

#### LITERATURE REVIEWS

Systematic literature reviews that contribute to the dissemination of knowledge in sport sciences. Meta-analytic papers or critical literature reviews will only be open to experts invited by the PJSS.

#### CASE STUDIES

Highly relevant case studies that contribute to research in sport sciences. A meticulous control of the research methodology is a fundamental issue in terms of paper acceptance.

#### **ESSAYS**

Scholarly reviews of fundamental concepts or prevalent ideas in the field of sport sciences, presenting a personal point of view critiquing widespread notions pertaining to the field of sport sciences. This type of publication will only be open to experts invited by the PJSS.

#### COMMENTARIES

Commentaries about a previously published article, reports or books relevant to sport sciences.

#### BOOK REVIEWS

Book reviews in domains pertaining to the domain of sport sciences.

#### **PUBLICATION NORMS**

The articles submitted to the PJSS must contain theoretical or experimental original data in the field of sports sciences. The substantial part of the article should not have been published elsewhere. If a minor part of the paper was previously published, it has to be stated explicitly in the Acknowledgments section.

#### LANGUAGE

The manuscripts can be written in Portuguese and in English. We suggest that translated manuscripts are reviewed by a native speaker, preferably an expert in the domain of the paper.

#### MANUSCRIPT PREPARATION

The PJSS uses the Americam
Psychological Association citation
format ('Publication Manual of the
American Psychological Association,
6th Edition). The manuscript should
not contain information regarding
the identity of the authors. Any
information that may identify
the authors should be omitted or
underlined in black.

#### COVER PAGE

Each manuscript must be accompanied by a cover page (available at www.rpcd.fade.up.pt), with the following information: type of work (see types of publication); total number of words; submission date; title of the publication (maximum 250 characters); abbreviated title (maximum of 50 characters); name(s), institution, address, telephone and e-mail of the author (s) [specifying the author to whom all correspondence should be sent].

#### STRUCTURE AND LENGTH

Original Investigations and Case Studies should not exceed 5000 words, including abstract, body of text, tables/ figures, and references. Literature reviews may have a maximum extension of 7000 words and Comments must have between 500-1500 words and not include more than 10 references. All manuscripts must be compiled in the following order: abstract and keywords, main text, acknowledgments; references, annexes (if applicable), tables and figures (one per page). The manuscript should include the continuous numbering of pages and lines. Author(s) should use the template available at www.rpcd. fade.up.pt).

#### ABSTRACT PAGE

The abstract should include the most important results that support the conclusions of the paper, not exceeding 250 words, in Portuguese and in English. Three to 5 keywords should be included and no abbreviations should be used.

#### MAIN TEXT

The manuscripts must respect the rules of the Publication Manual of the American Psychological Association (6th Edition) regarding the structure of papers (template available at www.rpcd.fade.up.pt). No articles will be accepted that do not comply with these standards.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The authors must mention if the paper has been partially published submitted elsewhere, as well as any financial support.

#### REFERENCES

The references should be elaborated according to the Publication Manual of the American Psychological Association (6th Ed.). A compilation of the most relevant aspects can be consulted at www.rpcd.fade.up.pt.

#### **FIGURES**

Figures and illustrations should be used when they ensure a better understanding of the text. Figures should be numbered in Arabic numerals as they appear in the text (e.g., Figure 1, Figure 2), placed on separate sheets on the final pages of the manuscript, and only a single figure per page. The figures and illustrations to be reproduced for print should have at least 300 dpi (dots per inch), so that they can be reproduced or reduced in their dimensions. Photos of equipment or subjects should be avoided.

#### **TABLES**

Tables should be used to present the main results of the research, accompanied by a short title, and must obbey to the same rules as the figures. The information in the tables should not duplicate the text.

### DECLARATION OF RESPONSIBILITY AND TRANSFER OF COPYRIGHTS

Together with the manuscript, authors must submit a Declaration of Responsibility and Transfer of Copyright (available at www.rpcd. fade.up.pt.).

#### **REVIEW PROCESS**

All submitted manuscripts are primarily checked for plagiarism using Turnitin and subsequently reviewed for their suitability for publication in the PJSS. Firstly, one of the editors-in-chief evaluates the manuscripts regarding the fulfillment of publication standards, the relationship of the topic with the domain of sports sciences and the papers' scientific merit. After this analysis, if the manuscript is accepted for review, it will be evaluated by two independent experts, in the form of a 'double blind' analysis. In case the experts propose changes, the author(s) must redo and/ or modify the manuscript, based on the recommendations and suggestions of the reviewers, within 30 days. Subsequently, they should return the manuscript for a second review so that the final opinion can be given (acceptance or rejection).

COSTS OF SUBMISSION AND PUBLICATION
The PJSS has no submission or
publication costs.

#### MANUSCRIPT SUBMISSION

The articles can be submitted by e-mail to rpcd@fade.up.pt, attaching the file containing the manuscript (\*.doc or.docx) and the Declaration of Responsibility and Copyright Transfer (available at www.rpcd.fade.up.pt.).



José Augusto Santos 1

<sup>1</sup> Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

https://doi.org/10.5628/rpcd.18.03.09

### Editorial Ser professor com a ajuda de Nietzsche (2)

Ε

Nietzsche é um dos mais lídimos representantes da denominada filosofia da cultura e marcou fortemente a cultura europeia do século XX. Nasceu em 1844 numa aldeia do Saxe, filho e neto de pastores protestantes que marcaram o seu *imprinting* profundamente religioso. Condicionado para a prática do desporto por causa duma forte miopia, com tendência para o sobrepeso e para a digestão difícil, era um filho modelar, terno e obediente, venerador da velhice. Tinha um carácter profundo e reflectido e conseguia levar a submissão à regra até ao absurdo. De profunda formação musical evidenciava elevada destreza no piano com grande capacidade de improvisação.

A música é determinante na sua vida. "Tudo me parece morto quando não ouço música". Este apego à música justifica a veneração que veio mais tarde a tributar a Ricardo Wagner, que em fase muito importante da sua vida se constituiu como seu alter-ego.

O seu processo de criação artística e literária é a síntese materializada do seu processo de amadurecimento. Para ele a vida só pode ser vivida em arte; "dar um sentido estético à existência, aumentar em nós o gosto pela vida, é a condição prévia da paixão do conhecimento".

Este filósofo do belo e do inefável que desvalorizou todas as morais de decadência, que afirmou que Deus tinha morrido, elevou o homem ao absoluto de si. Retratado, pela "inteligentzia" soviética, como percursor da ideologia fascista e da exaltação do individualismo burguês, Nietzsche foi, sem dúvida, o guerreiro mais feroz contra o espírito de "rebanho" que algumas ideologias políticas e religiosas professam.

A propaganda soviética tinha razão em difamar Nietzsche. Tinha consciência que os aristocratas de espírito, epígonos do Super-Homem, são incompatíveis com a moral massificadora

carreada pela doutrina comunista. Contudo, querer responsabilizar Nietzsche pelo holocausto nazi é o mesmo que assacar as culpas a Marx pelos milhões de mortes perpetradas pelas purgas de Estaline, e não compreender a essência de uma qualquer mensagem filosófica.

A apropriação duma ideia genial por um mentecapto ou as adulterações na prática de conceitos elevados não podem responsabilizar nunca os autores que lançam as ideias ao vento. Estas, como faróis, tanto iluminam os caminhos do homem como, quando distorcidas, podem sobre ele projetar as mais lúgubres sombras de ludíbrio.

Antes do tempo histórico da sua afirmação, a mensagem de Nietzsche condena da mesma forma o fascismo e o comunismo. Os conceitos de aristocracia são nele elevação espiritual, e não rejeição da luta dos explorados. Ele prevê e aceita o reconhecimento dos direitos dos mais desfavorecidos; mas a satisfação das necessidades materiais está nos antípodas dos interesses de Nietzsche. "Os operários viverão um dia como vivem hoje os burgueses; mas, para além deles, distinguindo-se pela ausência de necessidades viverá a casta superior; mais pobre e mais simples, mas na posse do poder". Aqui o poder não é entendido como poder político, mas sim poder existencial, cultural, relacional e fundamentalmente poder sobre si próprio. Poder de retirar da vida o que ela tem de mais elevado rejeitando as gratificações medíocres dos satisfeitos da vida. O poder em Nietzsche é pura transcendência.

Nietzsche anseia por uma nova estirpe de homens de carácter forte, intrépido e temerário e que não conhece limites para a satisfação dos seus mais puros instintos.

A natureza superior é mais desrazoável; porque o homem nobre, generoso, o ser que se sacrifica sucumbe aos seus instintos; nos seus melhores momentos a sua razão faz uma pausa. Um animal que protege os filhos com risco da sua existência, ou que, em período de cio, acompanha a fêmea na morte, não pensa nesse perigo, nessa morte; a sua razão pára, também, pois que o prazer que lhe dão a sua ninhada ou a sua fêmea e o receio de delas ser privado o dominam inteiramente; torna-se ainda mais animal do que habitualmente, assim como sucede com o homem nobre e generoso.

Nietzsche ergueu-se contra o instinto do rebanho a favor dos fortes e independentes, contra o instinto de miserabilismo a favor da afirmação da vida, contra o instinto de mediocridade a favor da excelência. É esta a essência da sua dimensão de educador, e é à luz destes conceitos que desenvolverei as minhas elucubrações.

Quando Zaratustra fez trinta anos deixou a sua pátria e o lago de Urmi e foi para a montanha. Ali gozou com o seu espírito e com a sua solidão e não se cansou em dez anos. Mas por fim o coração transformou-se-lhe, e, uma manhã levantando-se com a aurora avançou para diante do sol e assim lhe falou: - Ó grande astro! Que seria a tua felicidade se não tivesses aqueles a quem iluminas! Há dez anos que vens aqui à minha caverna; sem mim, a minha águia e a minha serpente, já te terias cansado da tua luz e cansado deste caminho. Mas nós esperávamos-te todas as manhãs; tomávamos-te o teu supérfluo e abençoávamos-te por ele. Vê: estou enojado da minha sabedoria como a abelha que juntou mel demais. Tenho necessidade de mãos que se estendam, quereria dar e distribuir

Ε

até que os sábios voltassem a ser felizes com a sua loucura e os pobres com a sua riqueza. Por isso devo descer até ao fundo das profundezas, tal como o fazes à noite, quando te afundas no mar, ó astro da superabundância e levas a claridade até aos antípodas do mundo!... É preciso, como tu, que me afunde, que me deite, para empregar a palavra do homem para os quais quero descer.

Este excerto da obra *Assim Falava Zaratustra* de Nietzsche dá-nos o mote para uma série de reflexões acerca do conhecimento, da vida, do mundo, da realidade. Permite-nos, inclusive, localizarmo-nos como escola.

Somos uma escola que vive os valores do corpo. A exaltação do corpo é a razão da nossa existência, mesmo quando nos perdemos em deambulações de enteléquia. Temos de redescobrir a nossa própria *aretê* na excelência das coisas do corpo, e se me permitem a ousadia, na subordinação aos postulados pedagógicos que emergem da obra de Nietzsche. A saber:

"A escola cultural não confunde cultura com instrução" - Os dados constantes do inquérito nacional acerca do estado de literacia dos portugueses são sintomáticos da falácia da ênfase tecnocrática na instrução escolar. O advento do analfabetismo técnico em grande escala é um libelo à eficácia da escola como centro de formação. Já dizia Montaigne que é melhor uma cabeça bem formada que uma cabeça bem recheada.

"Há mais razão no teu corpo que na tua melhor sabedoria" - Porque a génese do conhecimento e da razão vem-nos da vivência do corpo desde o berço. A elevação espiritual tem o corpo como fonte genésica. Quem esquece os valores do corpo não pode subir muito na procura do inefável de si.

"A serpente morre quando já não pode mudar de pele; acontece o mesmo aos espíritos que são impedidos de mudar de opinião: cessam de ser espíritos" - No entanto a mudança por mero exercício de *aggiornamento* conduz à construção de oportunistas permeáveis a modismos inconsequentes. A mudança tem de derivar sempre da procura de mim em objetivos cada vez mais conseguidos. Todo o ato novo de afirmação se constrói por cima dos escombros das velhas teorias que nos davam a falaz segurança que agora abandonamos. A mudança, antes de ser qualquer outra coisa, tem de ser ontológica.

"Nada há de mais nefasto para a criação de espíritos verdadeiramente livres que o moderno nivelamento democrático, e a sua famosa liberdade de opinião" - Só uma democracia de iguais é que pode funcionar pois é apanágio de todos os fracos unirem-se contra os guerreiros auto-afirmativos que não soçobram às dificuldades da existência. A ética democrática não raras vezes anula a excelência. As multidões embora venerem

os símbolos da excelência não a compreendem em pleno; daí o perigo constante da degenerescência do *élan* democrático pelos fogos-fátuos da pseudo excelência relevados em técnicas de *marketing*.

"Consagremos as nossas energias a criar seres que nos ultrapassem, este o supremo critério do verdadeiro pedagogo" - Para muitos professores a razão do seu magistério é criar papagaios que em solilóquios psitacistas perpetuem o seu poder doutoral. Isso é a negação da função do professor, que só o é em pleno quando permite que sejam levantadas escadas para o assalto às muralhas da sua sempre inacabada ciência.

"As naturezas poderosas reinam sem necessidade de levantar o dedo mínimo" - Tem mais força normativa a suave persuasão da inteligência que a estridência das afirmações do poder pelo poder. Só os fracos berram constantemente o poder institucional em que estão investidos. O verdadeiro poder consubstancia-se no exemplo.

"Um dia, esperemo-lo, seremos de novo fisicamente gregos" - Quando conseguirmos eleger uma educação que consubstancie o belo e o valoroso como referências fundamentais. Quando o corpo reganhar a dimensão de santuário de elevação estética, sem os miasmas corruptores dos dogmas religiosos, então recuperaremos o homem na sua mais elevada transcendência.

"A mulher deve o seu ascendente sobre o homem á força da sua vontade e não à elevação intelectual" — Normalmente as mulheres são melhores que os homens no plano do estudo e formação. Contudo, não é por isso que elas são superiores. São-no porque são comandadas por uma especial pulsão de energia que lhes permite secar rápida a lágrima perante um fracasso ou infortúnio. A especificidade mental, afetiva, relacional da mulher não é respeitada pela sociedade. O que a escola dá, a sociedade tira; a dimensão ontológica de metade da humanidade fica de tal forma mutilada quando a excelência feminina é não recompensada, mas dramaticamente penalizada pelas suas obrigações exclusivas como mãe e formadora.

"Pais e pedagogos são os nossos inimigos naturais; só se devia falar da educação de si próprio" - Isto significa, em forma de metáfora, o princípio da afirmação plena do individualismo. Para as personalidades fortes, os inimigos são muito importantes pois aguçam-lhes o instinto de sobrevivência. O essencial do que aprendo não é o que me é transmitido, mas sim aquilo que eu aproveito para dar resposta às minhas exigências de formação. Só assim se aprende a aprender por toda a vida.

E

"Cada um deve amar o seu corpo, o seu próprio ritmo, o seu próprio tempo - tempo interno de reflexão e maturação. Como tornarmo-nos nós próprios, desenvolvendo a auto-estima se a nossa liberdade e o nosso ritmo não são respeitados?" - Uma das falhas da educação atual consiste, na procura da instrução rápida das novas gerações, no desrespeito pelo timing de assimilação individual. Por outro lado, no afã de conseguirmos o nosso lugar ao sol não cuidamos de preencher muitas das zonas de sombra na nossa formação. Privilegiamos o saber utilitário para resolver o problema da avaliação, descurando o potencial formador da processo ensino-aprendizagem.

"Recompensa-se mal um mestre quando se permanece aluno para sempre" - A verdadeira gratificação de um mestre é sentir que se constituiu como catalisador da autossuperação dos alunos que se preparam, com armas rejuvenescidas, para o ultrapassar em ciência e conhecimento. Esse é o desafio supremo de todo o pedagogo. Para os mestres timoratos a ascensão cognitiva do aluno afronta os limites da sua ignorância que vestem muitas vezes com a roupagem da experiência, assumida esta como escudo protector contra qualquer observação crítica.

"É necessário que um mestre ponha os seus discípulos em guarda contra ele próprio" - É o supremo critério de probidade intelectual de um professor. A rectidão intelectual de um professor deve alertar os alunos para a eventual falácia das suas elucubrações e da incontornável incapacidade de dar resposta a tudo. Muitos mestres quando não sabem inventam; não têm a lhaneza de assumir os seus limites de perceção e conhecimento.

"Dêem-me primeiro a vida e farei dela uma cultura. Os valores estéticos repousam em valores biológicos" - A vida justifica todas as elevações espirituais. É na assunção da cultura como forma emergente de vida que devemos encontrar a justificação de todas as coisas. O sortilégio inefável da realidade faz-nos compreender que na organização do primeiro conglomerado proteico nos oceanos primevos já se encontrava a matriz de todas as elevações estéticas. Do protozoário aos Lusíadas; que belo e complexo caminho.

"As coisas grandes e belas nunca podem tornar-se bem comum. A excelência só entre excelentes é apreciada" - Um dos erros das ideologias igualitárias é pensar que o povo ignaro ascende, por decreto ou revolução, à fruição dos mais elevados valores estéticos erigidos pela humanidade. A cultura é penosa porque é uma luta constante contra o fácil e o comodismo. E não devemos condescender em paternalismos culturais de ocasião, pois só se eleva em cultura quem se sente detonado por ela. Que haja democracia nas condições básicas de acesso à cultura, é um postulado que assenta nos direitos universais de humanidade. Depois, uns querem e outros não, por maiores esforços igualitários que tentemos.

"O conhecimento deve ser a semente profícua de novos comportamentos, transbordando os limites da especulação intelectual" - Só quando a ciência e a cultura são assumidas nas nossas atitudes e comportamentos é que se consegue ultrapassar o mero diletantismo cultural. Não nos podemos fraccionar em parcelas desligadas, umas que nos elevam em cultura outras que nos reduzem em animalidade rasteira. Somos o Uno de tudo o que nos forma. Ser culto, é sê-lo em todas as dimensões da existência.

"Que cada um possa ser o seu próprio e verdadeiro adepto" - Se eu não gostar de mim, nunca me poderei entregar aos outros em elevação e serei sempre um desencantado da vida. Os nossos momentos de altruísmo, a nossa dádiva aos outros deve consubstanciar as mais elevadas formas de egoísmo; assim nunca nos sentiremos desencantados e desiludidos com os outros, pois a dádiva é procura de paz e harmonia interiores que só ao sujeito em si diz respeito.

"Wagner é o criador duma música que aspira a reencontrar a sua irmã a ginástica e criar um corpo para se manifestar pelo movimento, a acção, as instituições, os costumes" - A síntese ginástica-música, na conceção helénica clássica, deve ser a nossa razão de ser escola. A criação duma cultura do corpo assumida nas suas diversas vertentes. Pedagogia como sagração do corpo, eis o nosso referencial axiológico.

"Uma cultura superior deve dar ao homem um cérebro duplo. Um para abarcar a ciência e outro a não-ciência; existindo lado a lado, sem confusão, separáveis, estanques: é uma das condições da saúde. Num domínio é a fonte de força, noutro o regulador: as ilusões, os preconceitos, as paixões devem servir para exaltar, o auxílio da ciência que conhece deve servir para evitar as consequências más e perigosas dum excesso de exaltação" - Com anos de avanço em relação aos neurofisiologistas modernos, Nietzsche inteligiu um cérebro racional e um cérebro afectivo. O logos como complemento da emoção, ou vice-versa. Um cérebro uno na consideração da sua multiplicidade, e que a educação e a cultura permitam o pleno desenvolvimento de ambos. Errava ao querer os cérebros separados, mas antecipava, com espírito inovador, o carácter emocional da inteligência humana, o carácter de controlo do logos pelas emoções.

"A existência do mundo não se pode justificar senão como fenómeno estético. É a arte e não a moral a verdadeira atividade metafísica do homem" - É na arte e pela arte que o homem deve encontrar o sentido da sua transcendência, rejeitando qualquer moral que não seja elaborada por si em supremo ato de liberdade. A cultura deve consubstanciar a unidade de estilo artístico em todas as manifestações da vida de um povo.

Só rejeitando os limites estreitos do nacionalismo político é que a matriz genésica cultural de cada povo permite evidenciar a feição idiossincrática desse povo, em saudável confronto com as culturas alheias. Nietzsche foi um precursor duma Europa unida em cultura. Nietzsche era um europeísta convicto que via nos nacionalismos europeus um travão à construção da grande nação europeia. A Europa é herdeira dos grandes impérios saudavelmente destruídos pelos anseios de afirmação de cada povo, no entanto, sem os estigmas redutores da lógica imperial, devemos regressar ao grande império cultural que uma Europa unida prenuncia.

Depois de estar cansado de procurar Aprendi a encontrar Depois de um vento me ter feito frente Navego com todos os ventos

Este poema de Nietzsche constitui-se como a epígrafe da nossa condição de professor.

O navegador intrépido deve saber colocar as velas de mil maneiras. De outro modo não tardaria a desaparecer engolido pelo oceano. É preciso que saibamos viver também reduzindo a nossa energia; logo que o sofrimento dá o seu sinal é chegado o momento; prepara-se um grande perigo, uma tempestade, e faremos bem em oferecer a menor "superfície" possível". Há homens, contudo, que quando se aproxima o grande sofrimento, ouvem a ordem contrária e nunca têm ar mais altivo, mais belicoso, mais feliz do que quando a borrasca chega, que digo eu! é a própria tempestade que lhes dá os seus mais altos momentos! São os homens heróicos, os grandes pescadores da dor, esses raros, esses excepcionais de que é necessário fazer a mesma apologia que se faz para a própria dor! Não lha podemos recusar. São conservadores da espécie, estimulantes de primeira qualidade, quando mais não seja porque resistem ao bem-estar e não escondem o seu desprezo por essa espécie de felicidade.

Devemos ser militantes da dor, entendida esta no sentido da assunção das dificuldades que nos permitem evidenciar o que de realmente grande existe em nós. Só na luta se avalia a utilidade das armas construídas; as nossas armas são os valores que construímos em jornadas de desconforto, pois a fruição hedónica da vida é pouco propiciadora de elevação espiritual.

O verdadeiro mestre não é o que oferece certezas, mas sim aquele que detona angústias, não desbravando os caminhos, mas quiçá, antolhando-os de pedregulhos cada vez maiores que o discípulo quebrará com as mãos em sangue e o espírito em festa.

Ergo-te na ara do sacrifício, não flores e incensos, mas antes punhais e ferros com que desbraves os limites de ti. Poderia ser esta a oração do mestre no momento da transmissão do saber inatingível.

#### **AUTORES:**

Juliana Scholles Staudt <sup>1</sup> Lovaine Rodrigues <sup>1</sup> Rodrigo Rodrigues <sup>1,2</sup>

- <sup>1</sup> Centro de Saúde, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil.
- <sup>2</sup> Laboratório de Fisiologia do Exercício e Avaliação Física, Centro Universitário da Serra Gaúcha. Caxias do Sul. Brasil.

https://doi.org/10.5628/rpcd.18.03.16

# A prática do carregamento de carboidratos e seus efeitos sobre parâmetros metabólicos e desempenho de endurance:

Uma revisão sistemática

#### **PLAVRAS CHAVE:**

Carboidratos. Dieta,
Carregamento de carboidratos.
Endurance. Performance atlética.

SUBMISSÃO: 14 de Julho de 2018 ACEITAÇÃO: 29 de Dezembro de 2018

#### **RESUMO**

Objetivo: Analisar o efeito do uso do carregamento de carboidratos no desempenho de endurance por meio de uma revisão sistemática. Metodologia: A busca foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scielo e Lilacs, utilizando os termos carregamento de carboidratos e desempenho na prática de exercícios de endurance. Os estudos selecionados foram submetidos à avaliação da qualidade metodológica (Escala de PEDro), obtendo o escore igual ou maior a seis pontos. Resultados: Foram encontrados 3296 artigos, dos quais dez atingiram os critérios de inclusão. A realização dos carregamentos com doses acima de 7 g de carboidrato/kg de massa corporal/dia, por pelo menos três dias geraram melhora no desempenho, em comparação aos grupos controle/ensaio teste. Conclusão: O carregamento de carboidratos é uma boa estratégia para a melhora do desempenho em provas de endurance.

The carbohydrate loading practice and their effects on metabolic parameters and endurance performance: A systemactic review

#### **ABSTRACT**

Objective: To analyze through a systematic review the effect of carbohydrate loading on endurance performance. Methods: The search was conducted with PubMed/MEDLINE, Scielo, and Lilacs databases. The following terms were considered: carbohydrate loading and endurance performance. The selected studies were submitted to methodological quality assessment using the PEDro Scale and scored equal to or greater than six points. Results: 3296 articles were found, of which 10 met the inclusion criteria. Carbohydrate loading at doses above 7 g/kg of body mass/day, for at least three days, showed improved performance compared to control groups/bouts. Conclusion: Carbohydrate loading is a good strategy for improving performance in endurance trials.

#### **KEYWORDS:**

Carbohydrates. Diet. Carbohydrate loading. Physical endurance. Athletic performance.

#### INTRODUÇÃO

Nos dias atuais está se tornando cada vez mais popular a prática de esportes de resistência/endurance e mais pessoas estão participando de competições de meia maratona, maratonas, ultramaratonas, meio Ironman e até Ironman, com duração entre 2 a 17 h (Jeukendrup, 2011). Por definição, os exercícios de endurance podem ser definidos como aqueles com duração de 30 min ou mais (Saris et al., 2003). As atividades de endurance geram um elevado gasto energético e aumento das taxas de oxidação de carboidratos. Estudos apontam a importância do consumo adequado de carboidratos (CHO) para postergar ou evitar a fadiga em exercícios de longa duração (Burke, Claasen, Hawley, & Noakes, 1998; Haff, Lehmkuhl, MCCoy, & Stone, 2003; McArdle, Kath, & Katch, 2011). As recomendações da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (Hernandez et al., 2009) são diferenciadas para os participantes deste tipo de prova, que devem consumir 60 a 70% do aporte energético total na forma de carboidratos, como da mesma forma orienta o *American College of Sports Medicine* (ACSM) (2016).

Desde a década de 1930 já era evidenciado um aumento da utilização de carboidratos com o aumento da intensidade do exercício (Bergstrom, & Hultman, 1967; Hargraves, McConell, & Proietto, 1995; Hearris, Hammond, Fell, & Morton, 2018). Ainda, nesta mesma época foi demonstrado o efeito do aumento do estoque de glicogênio através da manipulação dietética e a manutenção ou aumento da capacidade de endurance (Verhagen et al., 1998). Nessa perspectiva, uma dieta rica em carboidratos (mais de 70% do total energético) e os altos níveis de glicogênio muscular parecem aumentar o desempenho de endurance em comparação a uma dieta normoglicídica (50%) (ACSM, 2016; Hernandez et al., 2009).

Nesse sentido, Aoki e Seelaender (1999) relatam que a capacidade de manter a atividade de endurance por maior tempo pode ser limitada pelo processo de fadiga, desencadeada pela duração, intensidade e natureza do exercício, composições das fibras musculares, nível de condicionamento físico, fatores ambientais (altitude, umidade, temperatura) e também pelos níveis reduzidos de glicogênio muscular e hepático (Hargraves et al., 1995). Considerando que o processo de fadiga pode ser instalado por alterações nas concentrações intracelulares de cálcio, hidrogênio, fosfato inorgânico e Trifosfato de Adenosina (ATP), que influenciam na produção de força, todos esses fatores não parecem constituir-se, por si só, como determinantes isolados da fadiga. Analisando isto, este processo pode ocorrer devido à redução dos níveis de glicogênio muscular (Ament & Verkerk, 2009; Sahlin, Tonkonogi, & Söderlund, 1988).

Partindo desse pressuposto, diversos protocolos para aumentar as reservas de glicogênio muscular foram desenvolvidos (Clark, 1998; Liebman & Wilkinson, 1996), uma vez que há um afunilamento do volume e intensidade do treinamento seis a 15 dias antes da competição e que o consumo de carboidrato seja progressivamente aumentado para 70% ou mais do valor energético total nos últimos três dias, enfatizando a sobrecarga de carboidratos dias antes da competição, no intuito de aumentar os estoques de glicogênio e retardar a fadiga. Isso possibilitaria a manutenção e a melhoria do desempenho do praticante (Aoki & Seelaender, 1999).

O papel da ingestão de carboidratos é crucial para o desempenho de endurance (ACSM, 2016; Hernandez et al., 2009). Uma recente revisão sistemática demonstrou o efeito benéfico do uso de carboidrato previamente à prova em ciclistas treinados (Pochmuller, Schwingshackl, Colombani, & Hoffmann, 2016). Ainda, revisões narrativas prévias indicam o uso do carregamento de carboidratos para potencializar os estoques de glicogênio (Burke, Millet, & Tarnopolsky, 2017), sendo esta estratégia menos sensível em mulheres (Deldicque, & Francaux, 2015). Assim, o uso da manipulação dietética pode ser um bom recurso para promover o maior estoque de energia, resultando na manutenção e/ou melhoria no desempenho. Por essa razão, há décadas o carregamento de carboidratos é utilizado por muitos praticantes de endurance. Todavia, não observamos estudos de revisão sistemática sobre esta temática, ficando as orientações sobre esta estratégia restritas a estudos de revisão narrativa (Burke et al., 2017; Deldicque, & Francaux, 2015). Portanto, este trabalho objetiva agrupar e analisar, através de uma revisão sistemática, o efeito do uso de carregamento de carboidratos no desempenho de endurance.

#### **METODOLOGIA**

#### CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram incluídos somente ensaios clínicos avaliando o uso de prática de carregamento de carboidratos e seus efeitos no desempenho de endurance, sendo excluídos os estudos aplicados em crianças, adolescentes, idosos ou com patologias e também estudos que não apresentavam parâmetros de mensuração de desempenho de endurance e o uso de carboidratos na forma de carregamento.

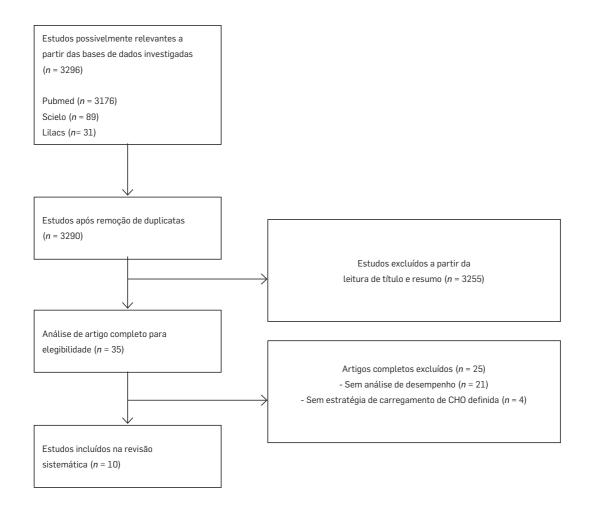
#### ESTRATÉGIA DE BUSCA E SELEÇÃO DO ESTUDO

A busca foi feita nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scielo e Lilacs. A pesquisa foi realizada entre março e abril de 2018 e seguiu a estratégia de busca ilustrada no quadro 1. A estratégia de busca utilizou termos de acordo com a Medical Subject Headings (MeSH Terms) do US National Library of Medicine (MEDLINE), em todos os campos de busca (all fields), incluído termos na forma singular e plural. Foi utilizado o filtro apenas para selecionar pesquisas originais em humanos e adultos, nenhuma forma de restrição quanto ao ano de publicação. Os critérios de inclusão utilizados foram: ser original e disponível em inglês; e os critérios de exclusão: artigos que relacionassem animais, doenças e/ou adolescentes e/ou idosos.

QUADRO 1. Estratégia de busca utilizada na base de dados MEDLINE.

#4	Add	Search (#1) AND #2) AND #3					
#3	Add	Search ("humans" [MeSH Terms] AND "adult" [MeSH Terms]) AND "adolescent" [MeSH Terms])					
#2	Add	Search ("carbohydrate loading" OR "supercompensation" OR "carbohydrate supplementation"					
OR "carbohydrate" OR "carbohydrates" OR "glycogen" OR "sugar" OR "glucose" OR "fructose" OR "carbohydrate supple-							
ments" OR "supplements" OR "supplement" OR "dietary supplement" OR "dietary supplementation" OR "food supple-							
mented") OR "food supplementation" OR "supplemented food"							
#1	Add	Search ("endurance athlete" OR "endurance athletes" OR "runner" OR "runners" OR "running"					
OR "bicycling" OR "cycling" OR "marathon")							

FIGURA 1. Fluxograma dos estudos incluídos.



#### AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA

Somente os estudos incluídos após análise de texto completo foram submetidos a uma avaliação da qualidade metodológica, a partir da escala de PEDro (Verhagen et al., 1998). Essa escala permite avaliar, por meio de onze itens, aspectos relevantes da validade interna dos estudos, e ainda verificar se os próprios possuem informação estatística suficiente

para serem interpretáveis. O escore total varia de 0 (zero) a 10 (dez), sendo um item da escala não é pontuado. Quando o escore obtido pela escala de PEDro for maior ou igual a seis pontos, o estudo será considerado de alta qualidade. Caso o valor obtido seja inferior a seis pontos, o estudo será considerado com baixa qualidade. Esta classificação foi usada como base para proceder à síntese de evidência científica, de modo a possibilitar a discussão sobre a força ou fraqueza dos estudos incluídos na revisão.

#### **RESULTADOS**

#### DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS

Após excluídas as duplicatas, 3290 artigos passaram por processo de leitura dos títulos, resumo e leitura completa dos artigos, conforme Figura 1. Nesse ínterim, agrupou-se o maior número de estudos que apresentavam os critérios desta pesquisa e o mínimo de características de variáveis mensurais a fim de criar uma revisão sistemática com maior valor informativo e harmônico. Ao final, dez estudos foram selecionados e incluídos nesta pesquisa, que se utilizaram da dieta com alta ingestão de carboidratos e analisaram seu efeito em praticantes de exercícios aeróbios, totalizando uma amostra 189 indivíduos, composta conforme quadro 2.

Em relação ao carregamento de carboidratos, dois estudos (Achten et al., 2004; Sousa et al., 2010) utilizaram dias seguidos de alta ingestão de carboidratos durante o período de sobrecarga de exercício, oito dias e 11 dias respectivamente sem esgotamento de glicogênio prévio. Já Geji et al. (2017) utilizaram dois grupos, do qual ambos executaram exercícios de esgotamento de glicogênio muscular (1 h de exercício intervalado usando bicicleta) seguido de 7 h de recuperação no qual um grupo realizou a carga de carboidrato e outro grupo não, totalizando 11 dias de manipulação em quatro semanas de experimento. Dois estudos apresentaram metodologia semelhante (Sullo et al., 1998; Williams, Brewer, & Walker, 1992) em que os primeiros três dias foram consumidos 70% a mais de carboidratos que a ingestão regular (pré-definida), seguidos de quatro dias com ingestão 35% maior de carboidratos que a dieta pré-definida. Já os demais estudos utilizaram de três a quatro dias de carregamento de carboidratos com a ingestão de carboidratos entre 68 a 75% do total alimentar consumido pelos participantes.

Quanto ao consumo de carboidratos por gramas de peso, a recomendação é que seja em torno de 7 a 12g (ACSM, 2016; Hernandez et al., 2009). Os estudos incluídos mantiveram-se dentro da recomendação com exceção de dois estudos (Andrews, Sedlock, Flynn, Navalita, & Hongguang, 2003; Geji et al., 2017). que utilizaram 6g e 5.4g de carboidratos por kg/peso respectivamente e sendo os únicos compostos exclusivamente por mulheres e não apresentaram melhora do desempenho.

Quanto ao uso de grupo ou teste de controle, oito ensaios demonstraram formas distintas para comparar e analisar os resultados, como demonstrado no quadro 2. Noakes et al. (1988) não apresentaram nenhuma forma de grupo controle com ingestão reduzida ou placebo, considerando o risco que poderia causar à saúde dos participantes durante a prática de exercícios de endurance (maratona e ultramaratona). Já Kang et al. (1995) optaram por utilizar a mesma forma de carregamento de carboidratos para ambos os grupos, apenas utilizando a suplementação e placebo durante o teste de desempenho, que possibilitou a análise tanto do uso do suplemento quanto do carregamento de carboidratos.

Quanto aos desfechos mensurados, os níveis de lactato sanguíneo foram analisados em sete dos 10 estudos (Quadro 2). Sousa et al. (2010), apresentaram aumento em ambos os grupos e sem uma diferença significativa entre eles, o que ocorreu de forma semelhante no estudo Rauch et al. (1995), porém, sem aumento significativo entre os testes. Já Andrews, Sedlock, Flynn, Navalita e Hongguang (2003) observaram que o nível de lactato aumentou no grupo com carregamento de carboidratos, comparado aos grupos que usaram apenas suplementação e placebo. Esse aumento também ocorreu por Chen et al. (2007), nos grupos que realizaram o carregamento de carboidratos. Dado curioso foi demonstrado por Sullo et al. (1998), que participantes treinados com ou sem carregamento não apresentaram alteração do lactato entre os ensaios. Já os não treinados com carregamento de carboidratos apresentaram aumento do lactato.

De todos os estudos, apenas quatro coletaram dados do glicogênio muscular (Achten et al., 2004; Geji et al., 2017; Noakes et al., 1988; Rauch et al., 1995). Os autores não observaram diferença em participantes durante maratona e ultramaratona (Hearris et al., 2018). No estudo de Achten et al. (2004), houve uma redução no glicogênio muscular no grupo controle. Oposto a isso, Gejl et al. (2017) apresentaram aumento do glicogênio muscular em ambos os grupos (18% no grupo controle e 15% no grupo com carga de carboidrato) sem diferença significativa entre os grupos. No estudo de Rauch et al. (1995), o glicogênio muscular no grupo carregamento de carboidrato teve seus níveis elevados. Ao final dos experimentos, em ambos os grupos, o nível de glicogênio foi semelhante, não havendo uma relação direta entre o glicogênio pré-exercício e o desempenho final.

Considerando os níveis de glicose sanguínea (desfecho comum em quase todos os estudos incluídos nesta revisão), quatro estudos não apresentaram diferenças significativas nos resultados (Achten et al., 2004; Geji et al., 2017; Noakes et al., 1988; Rauch et al., 1995). Para Sousa et al. (2010), em ambos os grupos houve aumento dos níveis de glicose. Da mesma forma, os níveis de glicose foram maiores nos grupos com suplementação e/ou carregamento comparado ao grupo placebo no estudo de Andrews et al. (2003) e o mesmo resultado foi observado no estudo de Chen et al. (2007). Já no estudo de Williams et al. (1992) houve uma redução da glicose no segundo teste do grupo controle e no primeiro teste do grupo CHO.

Com os níveis de glicose reduzidos nos estudos, seis estudos optaram por analisar os ní-

veis de ácidos graxos livres. Nos estudos de Achten et al. (2004), Chen et al. (2007), Gejl et al. (2017), e Williams et al. (1992), os níveis de ácidos graxos foram mais altos no grupo contro-le em comparação aos outros grupos ou teste. Já no estudo de Chen et al. (2007), não houve diferença significativa entre os grupos com maior consumo de CHO, enquanto que no estudo de Kang et al. (1995), ambos os grupos apresentaram maiores níveis de ácidos graxos livres e no estudo de Noakes et al. (1988), houve um aumento progressivo durante os testes.

Todos os estudos analisaram o desempenho dos participantes através de protocolos específicos, sendo testes submáximos (Achten et al., 2004; Andrews et al., 2003; Kang et al., 1995; Rauch et al., 1995; Williams et al., 1992) e máximos (Chen et al., 2007; Geji et al., 2017; Noakes et al., 1988; Sousa et al., 2010). Os protocolos foram realizados em ambiente laboratorial e na rua, com simulações de provas e sessões de treinamento combinando esforços máximos e submáximos, tanto na corrida, quanto em bicicleta.

No estudo de Andrews et al. (2003), a diferença não foi significativa entre os grupos. Contudo, ao comparar com o grupo placebo, os grupos de carregamento e de suplementação foram mais rápidos em comparação ao primeiro ensaio. Esse mesmo resultado foi visto nos estudos de Chen et al. (2007) e de Williams et al. (1992), no qual o grupo CHO foi mais rápido no ensaio dois em comparação ao primeiro ensaio. Já Geji et al. (2017) também não apresentou diferença entre os grupos no teste contrarrelógio, sendo que ambos os grupos apresentaram melhora na potência e performance. Esta pequena diferença entre os grupos pode ter ocorrido pela depleção insuficiente de glicogênio por se tratar de atletas de elite compondo o estudo.

No estudo de Noakes et al. (1988) não apresentaram uma forma de verificação de desempenho comparativo. Esse estudo comparou diferentes tipos e percentuais de suplementos de CHO utilizados durante as provas, sem observar diferenças entre as situações. O estudo demonstrou que o carregamento de carboidrato prévio melhora o desempenho por retardar a hipoglicemia e, por conseguência, a fadiga em provas de maratona e ultramaratona.

O estudo de Sullo et al. (1998) apresenta um dado interessante, visto que os participantes não treinados apresentaram uma melhora significativamente entre o primeiro e o segundo ensaio com o uso de CHO, o que não ocorreu com os outros grupos. Já os estudos de Achten et al. (2004) e Sousa et al. (2010) observaram queda de desempenho nas atividades propostas. Todavia, o grupo com maior consumo de carboidratos apresentou queda menor de rendimento.

Em relação ao tempo até exaustão, o estudo de Kang et al. (1995) observou um tempo 35 min maior com o uso de CHO. Já o grupo placebo não apresentou diferença significativa no tempo de exaustão entre os ensaios. Resultado semelhante ocorreu no estudo de Rauch et al. (1995), em que o grupo CHO conseguiu ser mais rápido e ter mais potência em comparação ao primeiro ensaio, o que não ocorreu no grupo que manteve a ingestão habitual de carboidratos.

QUADRO 2. Caracterização dos estudos quanto à amostra, carregamento de carboidrato efetuados e suas variações e as variáveis mensuradas.

Estudos	Amostra	Esgotamento glicogênio	g/kg/dia	% CHO Carregamento	Calorias	Dias de carregamento
Achten et al. (2004)	16 homens ciclistas	Não realizado	8,50g/kg/dia	65%	GCHO= CON	11 dias
Andrews et al. (2003)	8 mulheres corredoras	Exercícios por 2 dias com consumo usual CHO	5,40g/kg/dia	75%	GCHO= CON	4 dias
Chen et al. (2007)	9 homens corredores	Exercícios 10g/kg/dia por 1 dia		73%	GCHO= CON	3 dias
Gejl et al. (2017)	26 mulheres Ciclistas/ triatletas	Exercício pela manhã/ dias de testes.	6,0g/kg/dia	72%	GCHO= CON	11 dias
Kang et al. (1995)	7 homens corredores	Exercícios e 3 dias consumo de50% CHO	7,70g/kg/dia	70%	-	3 dias
Noakes et al. (1988)	36 homens corredores	100-150g/dia de CHO por 3 dias	8g/kg/dia	Não estima	-	3 dias
Rauch et al. (1994)	12 homens ciclistas	Não realizado	10,50g/kg/dia	68%	GCHO≠ CON	4 dias
Sousa et al. (2010)	24 homens corredores			61%	GCHO= CON	8 dias
Sullo et al. (1998)	24 homens corredores	Não realizado	8g/kg/dia	53-54%	GCHO= CON	7 dias
Williams et al. (1992)			7g/kg/dia	52-54%	GCHO= CON	7 dias

Legenda: CHO: carboidrato; CHO2: participantes sem treinamento com carregamento de carboidratos; CON: grupo controle; CON %CHO: percentual de carboidratos no grupo de controle; G: grama; GCHO: grupo usou carregamento de carboidrato; g/Kg/dia: gramas por quilo por dia; HL: High GI e Low GL (alto índice glicêmico e baixa carga glicêmica); S: suplementação;  $\uparrow$ : aumentou;  $\downarrow$ : diminuiu; =: igual;  $\neq$ : diferente; -: não analisado.

C	Grupo CON%CHO	Lactato	Glicogênio muscular	Glicose	Ácidos Graxos Livres	Glicerol	Desempenho
	41%	†CON	†CON	Sem diferença significativa	†CON	↑CON	GCHO teve menor queda de rendimento.
	50%	†GCH0	-	∱GCHO+S	-	↑CON	GCHO mais rápido que CON sem S, sem diferença significativa.
	30%	†GCH0	↓HL - ↑GCHO		↑HL	↑HL	GCHO mais rápido.
	13%	-	Sem diferença significativa	-	†Ambos (menor tendência GCHO)		GCHO maior intensidade o teste contrarrelógio, sem diferença significativa
	-	-	-	↓CON	↑Ambos	†GCH0	GCHO aumentou o tempo de exaustão.
	-	-	Sem diferença significativa	Sem diferença significativa	↓ ambos		O tipo de suplemento não interferiu no desempenho.
	58%	Não alterou	Sem diferença significativa	Sem diferença significativa	-		GCHO mais rápido e maior potência.
	54% ↑GCHO/CON		-	†GCHO/CON	-	∱GCHO/CON	GCHO menor queda rendimento.
	Manteve ingestão	↑CHO2 ↓C2	-	↓CHO2 1º ensaio	-		CHO2 melhorou o desempenho 2º ensaio.
	-	↑GCHO 2º ensaio ↓CON 1º ensaio	-	↓GCHO 1º ensaio ↓CON 2º ensaio	↑CON 2º ensaio	↑CON 2º ensaio	GCHO mais rápido no 2º ensaio.

#### QUALIDADE METODOLÓGICA

Dos estudos incluídos na revisão sistemática, três estudos apresentaram escore da escala de PEDro em nove pontos (Chen et al., 2007; Geji et al., 2017; Sousa et al., 2010), dois estudos com escore oito (Rauch et al., 1995; Sullo et al., 1998) e quatro com escore sete (Achten et al., 2004; Andrews et al., 2003; Kang et al., 1995; Williams et al., 1992). Somente um apresentou escore em seis pontos (Noakes et al., 1988). O quadro 3 apresenta a análise da qualidade metodológica dos estudos incluídos. É importante ressaltar que esta escala não pontua de forma diferenciada os estudos com delineamento duplo-cego. Desta forma, vale destacar que quatro estudos (Chen et al., 2007; Geji et al., 2017; Sousa et al., 2010; Sullo et al., 1998) apresentavam o delineamento duplo-cego. Já um estudo não apresentou uma descrição clara se houve algum tipo de cegamento dos participantes ou avaliadores (Andrews et al., 2003).

QUADRO 3. Risco de viés dos estudos incluídos

Estudos	Achten et al. (2004)	Andrews et al. (2003)	Chen et al. (2007)	Gejl et al. (2017)	Kang et al. (1995)	Noakes et al. (1988)	Rauch et al. (1994)	Sousa et al. (2010)	Sullo et al. (1998)	Williams et al. (1992)
1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
3	N	N	Ν	N	N	N	Ν	N	N	N
4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
5	N	N	S	S	N	N	S	S	S	N
6	Ν	Ν	S	S	N	Ν	S	S	Ν	S
7	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
8	S	S	S	S	S	S	Ν	S	S	N
9	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
10	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Score PEDro	7	7	9	9	7	6	8	9	8	7

Legenda: S- Sim; N- Não

#### **DISCUSSÃO**

Esta revisão sistemática foi realizada com intuito de verificar os efeitos do carregamento de carboidratos no metabolismo e no desempenho de endurance. Observamos que ainda existem divergências quanto ao uso desta técnica e a melhora do desempenho de atletas (Burke et al., 2017; Ivy, Res, Sprague, & Widzer, 2003). Vale ressaltar que os estudos in-

<sup>1 –</sup> Critérios de elegibilidade; 2 – Aleatorização dos grupos; 3 – Alocação secreta; 4 – Similaridade clínica; 5 – Cegamento dos terapeutas; 6 – Cegamento dos avaliadores; 7 – Mensuração dos desfechos de pelo menos 85% da amostra; 8 – Análise por intenção de tratar; 9 – Comparação inter-grupos; 10 – Medidas de precisão e variabilidade.

cluídos apresentaram baixo risco de viés a partir da análise de qualidade metodológica utilizada, o que aumenta o nível de evidência do presente estudo.

Quanto à quantidade de CHO utilizada durante o carregamento e o desempenho nos testes, apenas dois não apresentaram o resultado positivo (Andrews et al., 2003; Geji et al., 2017). Uma possível justificativa está na baixa quantidade de carboidratos utilizada nos protocolos, não atingindo os 7g a 12g/CHO/kg/dia, preconizado (ACSM, 2016; Hernandez et al., 2009). Os autores optaram apenas por adequar a ingestão de carboidratos dentro do percentual de 75% das calorias como fonte de carboidratos. No entanto, na prática de carregamento de carboidratos, é necessário considerar o cálculo g/CHO/kg/dia do atleta em questão, contemplando o mínimo de 7g/kg/dia, como aplicado pela maioria dos estudos aqui analisados.

O modelo clássico de carregamento de carboidratos preconiza a necessidade de realizar o esgotamento de glicogênio muscular prévio (através exercícios extenuantes e/ou dieta restrita de CHO) seguido de dias de alto consumo de carboidratos para promover aumento do estoque em até 40% (Bergstrom, Hermansen, Hultman, & Saltin, 1967; Bergstrom, & Hultman, 1967; Costill, 1988; Hearris et al., 2018; Karlsson, & Saltin, 1971; Sahlin et al., 1988). Contudo, este protocolo vem sendo alterado, considerando a possibilidade que os estoques de glicogênio destes praticantes estejam reduzidos pela carga de treinamento e o consumo alimentar insuficiente (Ahlorg, Bergstrom, Ekelund, & Hultman, 1967).

Nesta revisão, somente quatro estudos realizaram o esgotamento como prevê esse modelo (Andrews et al., 2003; Chen et al., 2007; Noakes et al., 1988) e apenas um analisou o nível de glicogênio muscular (Noakes et al., 1988). Como este estudo não teve um grupo controle, não foi possível análise comparativa entre o desempenho e os níveis de glicogênio muscular. No entanto, verificamos que, independente da quantidade de dias e/ou realização de esgotamento, o consumo em forma de sobrecarga de carboidratos é benéfico para melhorar e/ou manter o desempenho. No estudo de Bergstrom e Hultman (1967), os autores obtiveram resultados interessantes sobre os níveis de glicogênio, comparando três dietas distintas (rica em gordura e pobre em CHO, adequada em gordura e rica em CHO, pobre em gordura e rica em CHO) na prática de exercícios de endurance numa bicicleta ergométrica. O estudo concluiu que o maior uso de CHO na dieta aumenta os níveis de glicogênio muscular e resulta no melhor desempenho do atleta independente do uso de técnica específica.

A quantidade de dias necessários para realizar o carregamento de carboidratos foi de três a quatro dias entre os estudos incluídos na presente revisão. Com exceção dos estudos de Achten et al. (2004), Geji et al. (2017) e Sousa et al. (2010), a alta ingestão de CHO foi ao longo de todo o estudo, o que possibilitou a manutenção do desempenho dos participantes do grupo com maior consumo de carboidrato.

Os estudos realizados por Ahlborg et al. (1967), Bergström et al. (1967) e Karlsson e Saltin (1971) demonstravam que alto consumo de carboidrato prévio à prática de exercícios de endurance apresentavam vantagens no tempo de manutenção do esforço. Conforme Tegtbur,

Busse e Braumann (1993), a depleção de glicogênio muscular pode implicar em uma concentração reduzida de lactato sanguíneo principalmente em exercícios prolongados, resultantes da metabolização da glicose em piruvato. Esses resultados foram apresentados em estudos prévios em que o grupo controle teve uma redução dos níveis de lactato, inferindo em um maior esgotamento de glicogênio. Já os grupos que consumiram maior quantidade de carboidratos apresentaram manutenção ou aumento dos níveis de lactato sanguíneo (Sullo et al., 1998; Williams et al., 1992). Assim, parece haver maior utilização das reservas de glicogênio muscular, possibilitando a manutenção dos níveis energéticos dos praticantes para a execução prolongada do exercício, auxiliando na postergação do início da fadiga muscular.

A relação entre a glicose sanguínea e o carregamento de carboidratos não é direta, se considerarmos que o glicogênio muscular, hepático e glicose sanguínea são fontes energéticas primárias durante esse tipo de exercício físico. No entanto, no estudo de Rauch et al. (1995), ambos os grupos não tiveram diferenças significativas nos níveis de glicose sanguínea. Uma justificativa é o fato de ambos os grupos utilizarem suplementos de carboidratos durante o experimento. Por outro lado, Sousa et al. (2010), observaram que ambos os grupos aumentaram o nível de glicose no sangue, diferente do estudo de Achten et al. (2004), que usou o protocolo de sobrecarga de exercício durante 11 dias e não apresentou diferença significativa neste marcador. Nos outros estudos da presente revisão, os grupos que não fizeram uso de suplementação de carboidratos durante protocolo de exercício reduziram os níveis de glicose comparado aos que usaram CHO. Esses resultados já eram esperados, se avaliarmos que os níveis de glicose sanguínea podem apresentar uma queda quando não ofertado um aporte energético de forma adequada para os participantes, uma vez que a ingestão de carboidratos durante exercícios a 70% do consumo de oxigênio máximo (VO2 máx) previne a queda da glicose sérica comparado à ingestão de água (Chen et al., 2007).

Os níveis de glicerol, nos seis estudos que analisaram esse marcador metabólico aumentaram nos grupos controle ou com menor ingestão de carboidratos comparado aos com altos níveis de carboidratos (Achten et al., 2004; Andrews et al., 2003; Chen et al., 2007; Sousa et al., 2010; Williams et al., 1992). Esses resultados já eram esperados em virtude do metabolismo do participante disponibilizar uma forma de aumentar o substrato energético através do glicerol e dos ácidos graxos. O glicerol é liberado e transportado pelo sangue até o fígado, onde pode ser utilizado na gliconeogênese ou servir de intermediário na glicólise.

Nos estudos de Achten et al. (2004), Gejl et al. (2017) e Williams et al. (1992) os níveis de ácidos graxos livres aumentaram nos grupos com menos consumo de carboidratos, indicando que os níveis de glicogênio muscular foram esgotados. Resultados semelhantes foram observados por Dohm et al. (1986), em que nove homens executando exercício aeróbio a  $70\% \text{ VO}^2_{\text{máx}}$  em jejum apresentaram maior mobilização e utilização de gordura comparado com os alimentados, devido a presença de ácidos graxos livres e glicerol.

Três estudos utilizaram protocolos de sobrecarga de exercícios por dias consecutivos (Achten et al., 2004; Geji et al., 2017; Sousa et al., 2010). Dois deles observaram manutenção do desempenho nos grupos que consumiram maior quantidade de carboidratos, sugerindo uma recuperação total dos estoques de glicogênio muscular (Achten et al., 2004; Sousa et al., 2010), o que não ocorreu no estudo de Geji et al. (2017), que mesmo apresentando melhora no desempenho do grupo que realizou a carga de carboidrato a diferença não foi significativa entre os grupos. Resultado semelhante foi relatado por Costill et al. (1988), em que doze homens nadadores bem treinados foram submetidos a 10 dias de treinamento intenso com ingestão diferenciada de CHO. O grupo com menor consumo de CHO apresentou redução de desempenho.

Os estudos que realizaram o carregamento de mais de 7g/CHO/kg/dia, por um período de três ou mais dias, obtiveram melhora no desempenho final, em comparação aos grupos controle ou ao ensaio teste (Achten et al., 2004; Chen et al., 2007; Kang et al., 1995; Noakes et al., 1988; Rauch et al., 1995; Sousa et al., 2010; Sullo et al., 1998; Williams et al., 1992). Os participantes apresentaram maior velocidade e/ ou potência, e/ou maior tempo de exercício até exaustão. Esses resultados já eram esperados, conforme demonstrado em estudo prévio (Sherman & Costill, 1984), que demonstrou através de uma versão modificada (redução progressiva de exercícios e aumento do consumo de carboidratos em 72h antes do evento esportivo), porém próxima ao modelo clássico de carregamento de carboidrato (utilizados nesta revisão), que é possível o aumento dos estoques de glicogênio para promover a melhora ou manutenção do desempenho da atividade de endurance. Considerou-se, nesse sentido, que essa prática é tão eficiente quanto o modelo clássico.

Analisando os estudos, não foi apresentada nenhuma referência sobre limites máximos de consumo de g/CHO/dia e possíveis riscos para saúde ou ao desempenho dos atletas. As recomendações apenas se referem ao consumo mínimas para desempenho (ACSM, 2016; Hernandez et al., 2009) e não foi localizado estudos que analise ou apresente hipótese sobre altos consumos de carboidratos e seus prejuízos para praticantes de endurance (Hargraves et al., 1995). O *Institute of Medicine* (IOM; 2005) apresenta a recomendação nutricional (RDA) de carboidratos mínima por dia de 130 g para adultos e crianças, baseado na quantidade mínima de glicose utilizada pelo cérebro. O IOM (2005) ainda relata uma série de efeitos associados pelo o consumo excessivo de carboidratos (como hiperatividade em crianças, cárie dental, elevação dos níveis sanguíneos de triglicerídeos, alterações no colesterol, aumento do risco de doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, obesidade e de câncer de pulmão, mama, próstata e de cólon), não existem evidências para se estabelecer o limite máximo tolerável de ingestão de carboidratos (IOM, 2005), não sendo possível estabelecer se o consumo além do recomendado pode acarretar em prejuízo ao desempenho, riscos ou efeitos adversos para praticantes de atividades físicas.

#### PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES DA REVISÃO

Este estudo apresenta pontos extremamente relevantes e importantes como a realização de pesquisa bibliográfica sistemática, tendo o critério em agrupar maior número de artigos (seleção minuciosa considerando endurance o termo genérico) e priorizando a equidade entre eles, os aspectos e análises metabólicas resultantes da prática. Apesar de ser prática utilizada há décadas, a complexidade de realizar estudos com este tipo de atleta resulta em um número baixo de estudos. Assim, existe uma necessidade de mais estudos que possibilitem a análise do carregamento e do glicogênio muscular antes, durante e após o carregamento de carboidratos em praticantes de endurance para embasar essas afirmações.

#### CONCLUSÃO

Os resultados da presente revisão demonstraram um efeito benéfico quanto ao consumo maior de carboidratos e o desempenho de endurance, sugerindo que a manipulação dietética na forma de carregamento de carboidratos pode ser utilizada como fator que potencialize o desempenho do atleta. Portanto, os praticantes de atividade de endurance devem consumir valores superiores a 7 g de CHO/kg/dia em sua dieta diária para manter a recuperação e manutenção do treinamento, repondo, assim, as reservas de glicogênio e garantindo a manutenção do desempenho durante a competição.

Achten, J., Halson, S. L., Moseley, L., Rayson, M. P., Casey, A., & Jeukendrup, A. E. (2004). Higher dietary carbohydrate content during intensified running training results in better maintenance of performance and mood state. *Journal of Applied Physiology*, *96*(4), 1331-1340. American College of Sports Medicine. (2016). Join position statement: Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *48*(3), 543-568. Ahlorg, B., Bergstrom, J., Ekelund, L., & Hultman, E. (1967). Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, *71*(2), 129-139.

Ament, W., & Verkerk, G. (2009). Exercise and fatigue. *Sports Medicine*, *39*(5), 389-422.

Andrews, J., Sedlock, D., Flynn, G., Navalita, J. W., & Hongguang, J. I. (2003). Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runner. *Journal of Applied Physiology*, *95*(2), 584-590.

Aoki, M. S., & Seelaender, M. C. L. (1999). Suplementação lipídica para atividade de endurance. *Revista Paulista Educação Fisica*, 17(2), 93-103.

Applegate, E. A. (1991). Nutritional considerations for ultraendurance performance. *International Society of Sport Nutrition*, 1(2), 118-126.

Bergstrom, J., & Hultman, E. (1967). A study of glycogen metabolism during exercise in man. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 19, 218-228.

Bergstrom, J., Hermansen, L., Hultman, E., & Saltin, B. (1967). Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiologica Scandinavica*, *71* (2), 140-150.

Burke, L. M., Claasen, A., Hawley, J. A., & Noakes, T. D. (1998). Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of preexercise meal. *Journal of Applied Physiology*, 85(6), 2220-2226.

Burke, L. M., Millet, G., & Tarnopolsky, M. A. (2017). Nutrition for distance events. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 29-38.

Casey, A., Short, A. H., Curtis, S., & Greenhaff, P. L. (1996). The effect of glycogen availability on power output and the metabolic response to repeated bouts of maximal, isokinetic exercise in man. *European Journal of Applied Physiology*, 72(3), 249-255.

Chen, Y., Wong, S. H. S., Xu, X., Hao, X., Wong, C. K., & Lam, C. W. (2007). Effect of CHO loading patterns on running performance. *International Society of Sport Nutrition*, 29(7), 598-606.

Clark, N. (1998). *Guia de nutrição desportiva* (2ª ed.). Porto Alegre, Brasil: Artmed.

01

Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hemmert, M. K., & Ivy, J. L. (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *Journal of Applied Physiology*, *61* (1),165-172.

Costill, D. L. (1988). Carbohydrates for exercise: Dietary demands for optimal performance. *International Society of Sport Nutrition*, 9(1), 1-18.

Costill, D. L., Flynn, M., Michael, G., Kirwan, J. P., Hourmard, J. A., Mithell, J. B., ... Park, S. H. (1988). Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 20(3), 249-254.

Deldicque, L., & Francaux, M. (2015). Recommendations for healthy nutrition in female endurance runners: An update. *Frontiers Nutrition*, *2*, 17.

Dohm, G. L., Beaker, R. T., Israel, R. G., & Tapscott, E. B. (1986). Metabolic responses to exercise after fasting. *Journal of Applied Physiology*, *61*(4),1363-1368.

Geji, K. D., Thams, L., Hansen, M., Rokkedal-Lausch, T., Plomgaard, P., Nybo, L., ... Ortenblad, N. (2017). No superior adaptations to carbohydrate periodization in elite endurance athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(12), 2486-2497.

Haff, G. G., Lehmkuhl, M. J., MCCoy, L. B., & Stone, M. H. (2003). Carbohydrate supplementation and resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *17*(1), 187-196.

Hargraves, M., McConell, G., & Proietto, J. (1995). Influence of muscle glycogen on glycogenolysis and glucose uptake during exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 78(1), 288-292.

Hearris, M. A., Hammond, K. M., Fell, J. M., & Morton, J. P. (2018). Regulation of muscle glycogen metabolism during exercise: Implications for endurance performance and training adaptations. *Nutrients*, *10*(3), 298.

Hermandez, A. J., Nahas, R. M., Rodrigues, T., Meyer, F., Zogaid, P., Lazzoli, J. K., ... Daher, S. S. (2009). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: Comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para saúde. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte – SBME. *Revista Brasileira Medicina do Esporte*, 9(2), 43-56.

Institute of Medicine. (2005). Dietary reference intakes: Energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC, USA: The National Academies Press. doi:10.17226/10490

Ivy, J. L., Res, P. T., Sprague, R. C., & Widzer, M. O. (2003). Effect of a carbohydrate-Protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13(3), 328-395.

Jeukendrup, E. (2011). Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences*, 29(sup1), 91-99.

Kang, J., Robertson, R. J., Dennys, B. G., Silva, S.G., Visich, P., Suminski, R. R., ... Metz, K. F. (1995). Effect of carbohydrate ingestion subsequent to carbohydrate supercompensation on endurance performance. *International Society of Sport Nutrition*, 5(4), 329-343. Karlsson, J., & Saltin, B. (1971). Diet, muscle glycogen and endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 31(2), 203-206.

Liebman, M., & Wilkinson, J. G. (1996). Metabolismo de carboidratos e condicionamento físico. In I. Wolinsky & Hickson, J. F. Jr., *Nutrição no exercício e no esporte.* São Paulo, SP, Brasil: Roca.

McArdle, W., Kath, F. I., & Katch, V. L. (2011). *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano* (7ª ed.). Rio de Janeiro, Brasil: Guanabara Koogan.

Noakes, T. D., Lambert, E. V., Lambert, M. I., McArthur, P.S., Myburgh, K. H., & Benade, A. J. (1988). Carbohydrate ingestion and muscle glycogen depletion during marathon and ultramarathon racing. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 57(4), 482-489.

Pochmuller, M., Schwingshackl, L., Colombani, & P. C., & Hoffmann, G. (2016). A systematic review and meta-analysis of carbohydrate benefits associated with randomized controlled competition-based performance trials. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 13-27.

Rauch, L. H. G., Rodger, I., Wilson, G. R., Belonje, J. D., Dennis, S. C., Noakes, T. D., & Hawley, J. A. (1995). The effects of carbohydrate loading on muscle glycogen content and cycling performance. *International Society of Sport Nutrition*, *5*(1), 25-36.

Sahlin, K., Tonkonogi, M., & Söderlund, K. (1988). Energy supply and muscle fatigue in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, *162*(3), 261-266.

Saris, W. H., Antoine, J. M., Brouns, F., Fogelholm, M., Gleeson, M., Hespel, P., & Stich, V. (2003). PASS-CLAIM: Physical performance and fitness. *European Journal of Nutrition*, 42(1), 150-195.

Sherman, W. M., & Costill, D. L. (1984). The Marathon: dietary manipulation to optimize performance. *American Journal of Sports Medicine*, 12(1), 44-51.

Sousa, M. V., Madsen, K., Simões, H. G., Pereira, R. M. R., Negrão, C. E., Mendonça, R. Z., ... Silva, M. E. R. (2010). Effects of carbohydrate supplementation on competitive runners undergoing overload training followed by a session of intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 507-516.

Sullo, A., Monda, M., Brizzi, G., Meninno, V., Papa, A., Lombardi, P., & Fabbri, B. (1998). The effect of a carbohydrate loading on running performance during a 25-km treadmill time trial by level of aerobic capacity in athletes. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 2(5-6), 195-202.

Tegtbur, U., Busse, M. W., & Braumann, K. M. (1993). Estimation of individual equilibrium between production and catabolism during exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(5), 620-627.

Verhagen, A. P., Vet, H. C., Bie, R. A., Kessels, A.G., Boers, M., Bouter, L. M., & Knipschild, P. G. (1998). The Delphi list: A criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12), 1235-1241.

Williams, C., Brewer, J., & Walker, M. (1992). The effect of a high carbohydrate diet on running performance during a 30-km treadmill time trial. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(1), 18-24.

#### **AUTORES:**

Lorenzo I. Laporta <sup>1</sup> José Afonso <sup>1</sup> Isabel Mesquita <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigação Formação Inovação e intervenção em Desporto (CIFI2D), Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

https://doi.org/10.5628/rpcd.18.03.33

### Contributo da análise de redes sociais para a análise do jogo:

Breve sinopse concetual e sinóptica

#### PLAVRAS CHAVE:

Análise da performance. Análise do jogo. Centralidade de autovetor. Ações de jogo. Análise sistémica.

SUBMISSÃO: 25 de Outubro de 2018 ACEITAÇÃO: 20 de Dezembro de 2018

#### **RESUMO**

Na tentativa de melhor responder aos complexos problemas emergentes da performance desportiva, a análise de jogo vem explorando diversas metodologias. De entre estas, a análise de redes sociais vem ocupando um espaço crescente na análise de jogo aplicada aos jogos desportivos, que podem ser analisados com redes de interação. Com raiz matemática na teoria dos grafos, a análise de redes sociais permite analisar as relações entre diferentes unidades de análise. As pesquisas em desporto têm utilizado, maioritariamente, os jogadores enquanto unidade de análise (nós). Recentemente, verificou-se uma promissora expansão para a análise de ações de jogo enquanto nós. Contudo, pela complexidade de interações entre as unidades de análise e suas consequências, as relações indiretas entre estas deverão ser ponderadas e, neste sentido, a escolha da métrica mais apropriada é decisiva. A análise de redes sociais alcança este propósito através da centralidade de autovetor, cuja utilização vem emergindo no contexto de jogos desportivos. Todavia, as pesquisas tendem a analisar somente certas fases ou momentos do jogo ou, alternativamente, condensando-os, e, com isso, perdendo informação acerca da sua especificidade. Em suma, apesar das promissoras avenidas, carece a aplicação duma abordagem sistémica para analisar as inter-relações do jogo na sua complexidade e especificidade funcional.

Correspondência: Lorenzo Iop Laporta. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Rua Dr. Plácido Costa 91, 4200-450 Porto, Portugal. telefone: +351 913 705988. fax: +351 225 500 689. e-mail: laportalorenzo@gmail.com

Contribution of social network analysis to game analysis: Brief conceptual and synoptic synopsis

#### **ABSTRACT**

In an attempt to better respond to the complex problems emerging from sports performance, game analysis has been exploring several methodologies. Among these, social network analysis has been occupying a growing space in the game analysis applied to the sports games, which can be analyzed with Interaction Networks. With a mathematical root in graph theory, social networks analysis allows analyzing relations between different analysis units. Sports research have mostly used players as the analysis unit (nodes). Recently, there has been a promising expansion for the analysis of game actions while nodes. However, because of the interactions' complexity between the analysis units and their consequences, the indirect relationships between them should be weighed and, in this sense, the choice of the most appropriate metric is decisive. Social network analysis achieves this purpose through the autovector centrality, whose use has been emerging in the context of sports games. However, surveys tend to analyze only certain phases or game moments or, alternatively, condense them and thereby lose information about their specificity. In short, in spite of the promising avenues, it is necessary to apply a systemic approach to analyze the interrelationships of the game in its complexity and functional specificity.

#### **KEYWORDS:**

Performance analysis. Game analysis. Eigenvectors centrality. Game actions. Systemic analysis.

INTRODUÇÃO 02

A análise da performance nos jogos desportivos (JD) constitui um tema profundamente complexo e que tem motivado uma diversidade correspondente de abordagens, da qual iremos destacar a análise do jogo (AJ). A AJ busca analisar o fenómeno da performance desportiva de diferentes óticas. Nos últimos anos, as abordagens sistémicas, respeitadoras da complexidade dos JD, vêm assumindo um lugar de relevo (Lames & McGarry, 2007; Lebed, 2006; McGarry, Anderson, Wallace, Hughes, & Franks, 2002; Thelen, 2005). Todavia, a representação e avaliação das múltiplas interações entre inúmeras variáveis não constitui um problema de fácil resolução. Neste âmbito, distintas metodologias vêm tentando capturar esta complexidade, como, por exemplo, análises descritivas (Castro & Mesquita, 2010), qui-quadrado (Laporta, Nikolaidis, Thomas, & Afonso, 2015), análises preditivas (Marcelino, Mesquita, & Sampaio, 2011), a regressão logística multinominal (Afonso & Mesquita, 2011), a análise da função discriminante (Sampaio, Lago, Gonçalves, Maçãs, & Leite, 2014), a análise sequencial de retardos (Afonso, Mesquita, Marcelino, & Silva, 2010) e a análise de *clusters* (Sankaran, 2014).

Neste contexto, a análise de redes sociais (ARS) constitui uma poderosa e promissora ferramenta para auxiliar na resposta aos problemas abordados pela AJ. Emergente da psicologia e da sociologia (Freeman, 2004), o seu objetivo primordial consiste em desvendar os comportamentos dos atores, emergentes das suas interações (Borgatti, Everett, & Johnson, 2013; Wasserman & Faust, 1994). Assim, alicerçada na teoria dos grafos (Wäsche, Dickson, Woll, & Brandes, 2017), são verificados padrões estatísticos de interação do comportamento entre elementos de um sistema (Borgatti et al., 2013; Freeman, 2004; Quatman & Chelladurai, 2008a; Wasserman & Faust, 1994). A utilização da ARS nas ciências do desporto vem assumindo maior preponderância nas últimas décadas, pois auxilia na busca de padrões nos fluxos de jogo (Wäsche et al., 2017).

A ARS possibilita a consideração de diferentes tipos de unidades de análise. Apesar dos jogadores constituírem a unidade de análise mais usual nas pesquisas com ARS em desporto (e.g., Clemente, Martins, Kalamaras, & Mendes, 2015; Malta & Travassos, 2014; Sasaki, Yamamoto, Miyao, Katsuta, & Kono, 2017), vem-se observando uma expansão do tipo de unidades de análise utilizados neste contexto (e.g., Hurst et al., 2016, 2017; Loureiro et al., 2017). Conforme iremos analisar, tais abordagens vêm expandindo o âmbito de utilização das ferramentas da ARS no desporto, nomeadamente incrementando a profundidade e diversidade de perspetivas de tratamentos conferidos a problemas emergentes.

Além das diferentes possibilidades de escolha relativamente à unidade de análise, a ARS engloba um conjunto alargado de ferramentas matemáticas, permitindo a seleção de diferentes métricas (Freeman, 1978). Cada métrica apresenta potencialidades e limitações distintas, pelo que a sua escolha deverá estar profundamente dependente do problema de estudo. No âmbito das ciências do desporto, as métricas de centralidade realçam os agen-

tes mais influentes em determinado conjunto de interações (Borgatti, 2005; Ramos, Lopes, & Araújo, 2017; Ribeiro, Silva, Duarte, Davids, & Garganta, 2017). Todavia, a maioria destas métricas apenas considera as ligações diretas entre unidades de análise (e.g., centralidade de grau [Borgatti 2005; Freeman, 1978]). Existem, porém, métricas que consideram as ligações indiretas no estabelecimento dos pesos de centralidade atribuídos a cada unidade de análise (e.g., centralidade de autovetor [Bonacich, 2007; Bonacich & Lloyd, 2001]).

O presente ensaio visa elucidar o enfoque que vem sendo dado na utilização da ARS nos JD, realçando potenciais avenidas de pesquisa ainda por explorar. Em particular: (a) perscrutando a potencial expansão da tipologia de unidades de análise adotada; (b) analisando as potencialidades de se pesarem as interações indiretas em adição às diretas, na busca duma análise mais completa dos fenómenos investigados; e (c) sugerindo caminhos de relevo a trilhar por investigações futuras.

#### **CONCEITOS BASILARES DA ANÁLISE DE REDES SOCIAIS**

SINOPSE HISTÓRICA E TIPOLOGIA DE REDES

Alicerçada na matemática formal, a ARS emergiu na década de 1930, advinda da sociologia e psicologia e impulsionada pelos desenvolvimentos metodológicos e computacionais (Freeman, 2004). Baseada em técnicas e métricas adaptadas da teoria dos grafos (Wäsche et al., 2017), a ARS permite descobrir padrões de interação do comportamento relacional entre atores (Freeman, 2004; Quatman & Chelladurai, 2008a), auxiliando na compreensão da sua estrutura, função, interação e dinâmica destes elementos dentro de um sistema (Passos et al., 2011). A raiz matemática da teoria dos grafos possibilita expandir as unidades de análise da ARS, que não necessita de ficar limitada a agentes, conforme será explorado neste ensaio. Desta forma, através de uma perspetiva relacional, torna-se pertinente a utilização desta metodologia no campo desportivo (Grund, 2012; Ribeiro et al., 2017; Wäsche et al., 2017).

Diversos tipos de redes podem ser estabelecidos com recurso à ARS. Num trabalho seminal, Wäsche et al. (2017) organizaram uma categorização da literatura existente a respeito da ARS no desporto. Os resultados permitiram desenvolver uma tipologia conceitual deste campo de pesquisa, elucidando seis tipos diferentes de redes utilizadas: redes de competição, redes de interorganização, redes de intraorganização, redes de afiliação, ambientes sociais e redes de interação.

As redes de competição são caracterizadas pela análise de diferentes eventos (intereventos), onde os padrões estruturais e o desempenho de atletas ou equipes desportivas são fornecidos através de resultados de jogos, competições, entre outros. Os autores ainda mencionam que uma possibilidade de aplicação da ARS poderia ser o cálculo de probabilidades de apostas (ver Bothner, Kim, & Smith, 2012; Breznik & Batagelj, 2012; Jessop, 2006; Mukherjee, 2012; Radicchi, 2011; Saavedra, Powers, McCotter, Porter, & Mucha, 2010; Sanders, 2011).

Redes de interorganização analisam as relações estruturais entre organizações, como, por exemplo, associações desportivas, ligas ou clubes. Os autores subdividiram em dois domínios: gestão desportiva e literatura relacionada ao desporto. Os estudos relacionados ao gerenciamento desportivo levaram em conta a relação entre entidades desportivas (ver Cobbs, 2011; Cousens, Barnes, & MacLean, 2012; Sallent, Palau, & Guia, 2011; Seevers, Skinner, & Dahlstrom, 2010), enquanto que a literatura desportiva¹ relacionou os artigos científicos através das citações destes estudos (ver Agulló-Calatayud, González-Alcaide, Valderrama-Zurián, & Aleixandre-Benavent, 2008; Bruner, Erickson, Wilson, & Côté, 2010; Love & Andrew, 2012; Quatman & Chelladurai, 2008b).

Já as redes de intraorganização revelam as características de dentro das organizações. Apesar dos poucos estudos nesta temática, eles revelaram aspetos como conflitos sociais, relações de amizade e de confiança, eficácia dos membros de um clube, o relacionamento destes aspetos com o impacto no desempenho desportivo (Warner, Bowers, & Dixon, 2012; Zachary, 1977). Além disso, redes onde há trocas de informações táticas, informações a respeito da eleição de presidentes e conselheiros desportivos, também fazem parte deste tipo de redes.

As redes de afiliação compreendem os dois tipos de redes citadas anteriormente (intra e interorganizacionais), pois consideram indivíduos nas organizações e a participação de atores em eventos. Além disso, pode-se incluir uma rede que leve em conta a diretoria de um clube desportivo, bem como redes corporativas relacionadas com patrocínios e com a interatividade entre atletas (Hambrick, 2012).

Ambientes sociais são redes dedicadas aos ambientes nos quais os indivíduos estão inseridos. No caso do desporto, as redes sociais online (e.g., *twitter*) influenciam o comportamento dos atores e são também moldadas por eles, considerando a comunicação dos organizadores de eventos desportivos e de seus seguidores (ver Hambrick, 2012). Além disso, a ARS pode ser aplicada para entender a influência do ambiente social na participação desportiva, no *doping* ou nas lesões dos atletas.

Por fim, as redes de interação, diferentemente das redes de competição, consideram a interação entre jogadores dentro de uma equipe, isto é, são caracterizadas por conterem relações baseadas nas regras do jogo e no desempenho dos jogadores dentro de uma equipe, como por exemplo a relação dos atletas através dos passes realizados no futebol (Duch, Waitzman, & Amaral, 2010; Grund, 2012), no basquetebol (Fewell, Armbruster, Ingraham, Petersen, & Waters, 2012) e em jogadores de polo aquático (Passos et al., 2011). Os autores reforçam quem este tipo de rede e as redes de competição são específicas no âmbito desportivo, enquanto que as outras são importantes para outros contextos sociais com os mesmos tipos de nós e relações.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Os autores mencionam que este tipo de categorização poderia ser um novo tipo de rede, porém consideraram como redes interorganizacionais, pois os grupos de autores, ou autores individuais, são também organizações sociais.

#### UNIDADES DE ANÁLISE E MÉTRICAS

No contexto da ARS, as unidades básicas de observação de uma rede são designadas por nós (Brass, Galaskiewicz, Greve, & Tsai, 2004). Os nós relacionam-se entre si, formando ligações que são designadas por arestas (Wäsche et al., 2017). As arestas podem representar distintos tipos de relações determinadas pelo problema de estudo. Por exemplo, os jogadores podem-se relacionar através dos passes, os funcionários de uma empresa através de relações de empatia, as células pela interação molecular, entre outros exemplos (Barabasi & Oltvai, 2004; Bode, Wood, & Franks, 2011; Passos et al., 2011). No conjunto, os nós e arestas fornecem características do comportamento de todo ambiente (Freeman, 2004; Quatman & Chelladurai, 2008a).

Embora a ARS tenda a considerar os agentes como unidades de análise (Grund, 2012; Ribeiro et al., 2017; Wäsche et al., 2017), a sua raiz na teoria dos grafos possibilita a exploração de unidades de análise não-agenciais. Por exemplo, segundo Ortiz-Pelaez, Pfeiffer, Soares-Magalhães e Guitian (2006), a definição de elementos e suas relações depende da questão a ser pesquisada e respondida, pois os nós podem assumir diversas tipologias (e.g., atletas, propriedades, animais, vizinhanças). Com efeito, alguns pesquisadores ampliaram já a utilização desta ferramenta e consideraram a interconexão de ações² como nós e a relação entre estas ações como as arestas (Afonso, Laporta, & Mesquita, 2017; Hurst et al., 2016, 2017; Loureiro et al., 2017). De resto, o valor de centralidade não considera o tipo de unidade de análise selecionada, mas somente a ponderação das inter-relações estabelecidas.

A ASR apresenta um diversificado conjunto de métricas, cada uma com potencialidades e limitações específicas. Deste modo, uma clara definição do problema de estudo é essencial, determinando o tipo de métricas mais ajustáveis. Destaque para as métricas de centralidade, que avaliam a posição ou a importância funcional dos elementos, e, dependendo da medida, podem estar associadas a diferentes vantagens ou desvantagens para os atores (Wäsche et al., 2017; Zuo et al., 2011). Estas métricas revelam a importância de cada unidade de análise (nó) na rede (Borgatti, 2005). De entre esta classe de métricas, quatro centralidades são comumente utilizadas: grau, intermediação, proximidade e autovetor (Freeman, 1978; Ribeiro et al., 2017).

A centralidade de grau considera o número de ligações diretas entre nós. A centralidade de intermediação pesa o número de vezes que um nó se conecta a dois outros nós através de seus caminhos mais curtos. A centralidade de proximidade considera o somatório das distâncias de todos os caminhos mais curtos de um nó a outro em um gráfico. Destaca-se a centralidade de autovetor (eigenvector) de Bonacich (1987, 2007), conhecida como uma medida de status (Bonacich & Lloyd, 2001), a qual prevê que as trajetórias podem

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Ações de jogo foram consideradas como a unidade básica de análise em cada complexo de jogo; assim, os jogadores realizam-nas na busca de marcar um ponto, ou dificultar as ações adversárias.

revisitar nós e arestas várias vezes ao longo do caminho (Borgatti, 2005). Assim, enquanto a métrica de grau, por exemplo, considera a contagem do número de nós adjacentes a ele (Wasserman & Faust, 1994), a de autovetor pondera as conexões diretas e indiretas que chegam a um nó (Bonacich, 1987, 2007; Ramos et al., 2017; Wasserman & Faust, 1994). Ou seja, a centralidade de autovetor pondera os pesos atribuídos não somente às ligações diretas entre unidades de análise, mas também as ligações indiretas, considerando interações de *n*-ordem (Bonacich, 2007; Bonacich & Lloyd, 2001). Neste sentido, esta medida torna-se uma poderosa ferramenta para o desporto, pois pode realçar o papel relativo de cada nó dentro do sistema de jogo, após ter pesado todas as suas ligações, sejam diretas ou indiretas (Afonso et al., 2017; Hurst et al., 2016, 2017; Loureiro et al., 2017).

#### SINOPSE DE INVESTIGAÇÃO CENTRADA NA ANÁLISE DE REDES SOCIAIS EM JOGOS DESPORTIVOS

JOGADORES COMO UNIDADE DE ANÁLISE E MÉTRICAS USUAIS

A investigação com recurso à ARS em ciências do desporto tem ocorrido, precisamente, mais no âmbito da AJ. Neste contexto, as pesquisas têm recorrido, de forma quase exclusiva, aos jogadores como unidade de análise (os nós da ARS) e aos passes como ligações entre essas unidades (as arestas da ARS).

No futebol, alguns autores, considerando jogadores como nós e o passe entre eles como arestas, revelaram padrões na construção ofensiva. Malta e Travassos (2014), através das centralidades de intermediação e de grau (entrada e saída), revelaram que a equipe analisada (pertencente à Primeira Liga Portuguesa) possuía padrões preferenciais de transição defesa-ataque, onde as decisões do tipo de passe utilizado dependiam do número de participantes que cercavam a bola. Alves, Gonçalo, José, Vasco e Miguel (2018) analisaram uma seleção de futebol (sub-20), onde os jogadores médio-centro e defesa-esquerdo fora, através da centralidade de grau, foram os atletas mais centrais da rede, enquanto que o médio-centro, através da centralidade de autovetor, foi o jogador-chave na dinâmica coletiva ofensiva da equipa até o golo. Na mesma linha, Gama et al. (2014) observaram seis jogos da Primeira Liga Portuguesa de futebol e constataram que alguns jogadores foram peças-chave na construção do ataque, assumindo um papel de elevada centralidade e importância na dinâmica da equipe.

Apesar da maioria dos estudos terem sido aplicados no futebol, a ARS já foi utilizada em outros JD, como o basquetebol. Clemente, Martins, Kalamaras e Mendes (2015) verificaram a contribuição individual dos jogadores das diferentes posições táticas no processo de ataque em equipas de diferentes níveis de competição (sub-14, sub-16, sub-18 e amadores com mais de 20 anos). Apesar de não encontrarem diferenças entre as posições táticas nos diferentes níveis competitivos, encontraram entre a centralidade de grau de entrada e saída, onde o armador, em particular, obteve um papel de destaque e de ligação entre os

demais jogadores, recebendo e passando a bola na construção ofensiva. No cricket, Dey, Ganguly e Roy (2017) objetivaram formar uma equipa internacional de jogadores pertencentes à Liga Principal Indiana de 2016. As centralidades de intermediação, proximidade e grau indicaram que 11 jogadores tiveram melhor desempenho e mereciam pertencer à equipa. Porém, os autores concluíram que outros aspetos mereciam atenção, como a atuação contra um oponente forte, ou o desempenho e companheirismo com um membro efetivo de equipe, entre outros.

No voleibol, um dos primeiros estudos realizados foi o de Clement et al. (2015), que verificaram a variação de centralidade de grau (entrada e saída) e *pagerank* entre as redes de duas equipes de diferentes níveis (com idade abaixo de 12 anos e amadores) do Campeonato Regional Português de voleibol. Apesar de não existirem diferenças significativas entre os dois níveis analisados, os jogadores de maior e menor nível de proeminência foram da zona 3 e 5, respetivamente; o primeiro deve-se ao fato de que, nas duas equipes analisadas, o primeiro toque era sempre direcionado para o jogador desta zona na fase de ataque, enquanto que no segundo esta zona foi associada a menor eficácia de ataque.

Um outro estudo em futebol apresentou já alguma inovação relativamente às métricas, embora não relativamente à unidade de análise. Aquino et al. (2018) analisaram 18 partidas da 3ª divisão do futebol brasileiro, através do efeito de variáveis situacionais (i.e., estágio da competição, localização da partida, qualidade de oposição e resultado do jogo), formação de equipe adversária, desempenho de corrida a partir das posições de jogo (GPS), e, ainda, a interação da equipe utilizando a ARS. Dentre os principais resultados, os jogadores meio-campistas centrais/ externos se encontravam mais próximos de outros companheiros (maior centralidade de proximidade), "controlavam" mais redes (elevada centralidade de intermediação), realizavam mais passes (grau de saída) e foram um jogador-chave na organização ofensiva da equipa (maior centralidade de autovetor) em comparação com os defensores centrais, externos e os atacantes. Aqui, temos o primeiro vislumbre de ponderação de ligações indiretas, com utilização do autovetor, mas ainda de forma tímida.

Também no râguebi, Sasaki t al. (2017) mostraram os *turnovers* realizados durante as ações defensivas na Copa do Mundo de Râguebi 2015 através da centralidade de autovetor, revelando que um maior desempenho na rotatividade da defesa contribuiu para a vitória. Em suma, as pesquisas utilizando ARS no desporto vêm utilizando quase exclusivamente os jogadores enquanto unidades de análise o que, sendo positivo, apenas providencia um quadro incompleto do fenómeno complexo que é a performance e, ademais, não utiliza todas as potencialidades oferecidas pela ARS.

#### AÇÕES DE JOGO COMO UNIDADE DE ANÁLISE E PONDERAÇÃO DE LIGAÇÕES INDIRETAS

Mais recentemente, as pesquisas vêm adotando um paradigma diferenciado, expandindo as potencialidades da ARS no desporto: (a) adotando as ações de jogo como unidades de análise; e (b) recorrendo à centralidade de autovetor como forma de ponderar as ligações

diretas e indiretas entre unidades de análise (e.g., Hurst et al., 2016, 2017; Loureiro et al., 2017). Estes estudos foram todos realizados no voleibol de alto nível. Hurst et al. (2016, 2017) analisaram o serviço (KO), *side-out* (KI), contra-ataque (KII) e contra-ataque do contra-ataque (KIII) no primeiro estudo, e a cobertura de ataque (KIV) e bola morta (KV) no segundo, na fase de grupos do *Women's World Grand Prix* 2015. Os resultados indicaram que jogar fora do sistema (*off-system*) foi central nos complexos analisados, principalmente em ações como condições de distribuição, zona e tempo de ataque. Para além disso, e apesar do KV liberar um número maior de jogadores, tornando a ação de ataque potencialmente vantajosa, o jogo mostrou-se mais lento (com tempos de ataque mais lentos) mesmo com melhores condições de distribuição.

Afonso et al (2017) averiguaram as diferenças entre o KII e KIII no voleibol feminino analisando a fase final do *Grand Prix* 2015. Tratar estes dois complexos da mesma forma pode fazer com que informações sejam perdidas ou tratadas de forma similar quando apresentam diferenças, como, por exemplo, melhores condições de distribuição, jogo mais lento (tempo de ataque 3) e menos zonas de ataque (4 e 2) no KIII, enquanto no KII há uma maior variabilidade das zonas de ataque (zonas 4, 2, 1 e 6 mais centrais).

Seguindo a lógica anterior, Loureiro et al. (2017) analisaram os complexos 0, I, II e III no voleibol masculino de alto nível (Copa do Mundo Masculina 2015) e, contrariamente ao voleibol feminino, os resultados indicaram que no KI as equipes jogaram em condições próximas das ideais (*in-system*), porém apresentaram reduzida variação em relação às zonas e tempos de ataque; já no KII, em piores condições que no KIII, apesar existir maior variabilidade do número de bloqueadores (triplo e duplo) e melhores condições de distribuição, o tempo de ataque foi lento, provavelmente pela necessidade de recuperação do bloqueio, dificultando assim a participação em ataque mais rápidos.

Em suma, estes estudos revelaram a pertinência e aplicabilidade de considerar unidades de análise não-agenciais como, por exemplo, as ações de jogo. Ademais, estes estudos buscaram uma abordagem sistémica do jogo (McGarry et al., 2002), procurando avaliar as diferentes fases do jogo e suas interações diretas e indiretas (Hurst et al., 2016, 2017; Loureiro et al., 2017).

#### LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES DE FUTUROS ESTUDOS

A AJ constitui uma poderosa abordagem à análise da performance. Neste contexto, a ARS vem emergindo como uma metodologia de análise com elevado potencial. No entanto, as pesquisas neste âmbito estão grandemente limitadas à utilização de unidades de análise agenciais (e.g., jogadores), dessa forma ficando por explorar unidades não-agenciais (e.g., ações de jogo) que conferem informação diferenciada relativamente aos padrões de jogo. A utilização de unidades não-agenciais é possível devido às raízes matemáticas da ARS (i.e., teoria dos grafos). Recentemente, esta questão vem sendo explorada por investiga-

ções em voleibol de alto nível (Hurst et al., 2016, 2017; Loureiro et al., 2017), mas desconhecemos aplicações similares noutras modalidades.

Realce, ainda, para o facto de poucos estudos recorrerem à centralidade de autovetor que, contudo, apresenta um elevado potencial por pesar as ligações indiretas e não somente as diretas e, assim, efetuar cálculos ponderados que consideram um maior nível de complexidade e, porventura, aportam uma perspetiva mais profunda acerca dos fenómenos estudados. As recentes pesquisas em voleibol (Hurst et al., 2016, 2017; Loureiro et al., 2017) adotaram ações de jogo enquanto unidades de análise e o autovetor para pesagem de ligações indiretas. Contudo, não estudaram o jogo na sua globalidade, mas somente alguns dos seus complexos, carecendo, desta forma, de uma verdadeira visão sistémica.

Adicionalmente, não deixa de ser surpreendente que, sendo a ARS utilizada pela AJ como forma de analisar a performance, não haja, do nosso conhecimento, estudos que relacionem as ações de jogo com a eficácia das jogadas. Embora esta constitua uma prática comum na AJ, quando recorre às mais diversas metodologias, tal abordagem ainda não foi concretizada neste contexto. Finalmente, muitos estudos, nas diferentes modalidades, situam-se no sexo masculino. Todavia, é reconhecido que, em muitos desportos, a performance é qualitativamente distinta, o que justificaria a necessidade de se estudarem os mesmos fenómenos nos dois sexos. Caso contrário, existe o risco de os resultados obtidos no masculino serem indevidamente extrapolados para o feminino.

REFERÊNCIAS 02

Afonso, J., Laporta, L., & Mesquita, I. (2017). A importância de diferenciar o KII do KIII no voleibol feminino de alto nível. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto,* 17(S1.A), 45-58. doi:10.5628/rpcd.17.S1A.140

Afonso, J., & Mesquita, I. (2011). Determinants of block cohesiveness and attack efficacy in high-level women's volleyball. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 69-75. doi:10.1080/17461391.2010.487114 Afonso, J., Mesquita, I., Marcelino, R., & Silva, J. A. (2010). Analysis of the setter's tactical action in high-performance women's volleyball. *Kinesiology*, 42(1), 82-89.

Agulló-Calatayud, V., González-Alcaide, G., Valderrama-Zurián, J. C., & Aleixandre-Benavent, R. (2008). Consumption of anabolic steroids in sport, physical activity and as a drug of abuse: An analysis of the scientific literature and areas of research. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 103-109. doi:10.1136/bjsm.2007.036228

Alves, R., Gonçalo, D., José, G., Vasco, V., & Miguel, C. (2018). Interação e *network* de sequências ofensivas coletivas: Análise de uma seleção de sub-20 no Campeonato do Mundo de Futebol. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 16*(3), 44-56. doi:10.5628/RPCD.16.03.44

Aquino, R., Carling, C., Vieira, L., Martins, G., Jabor, G., Machado, J., ... Puggina, E. (2018). Influence of situational variables, team formation and playing position on match running performance and social network analysis of Brazilian professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Advance online publication. doi:10.1519/JSC.000000000000000002725

Barabasi, A. L., & Oltvai, Z. N. (2004). Network biology: Understanding the cell's functional organization. *Nature Reviews Genetics*, *5*(2), 101-113. doi:10.1038/nrg1272

Bode, N. W., Wood, A. J., & Franks, D. W. (2011). The impact of social networks on animal collective motion. *Animal Behaviour*, 82(1), 29-38. doi:10.1016/j. anbehav.2011.04.011

Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92(5), 1170-1182.

Bonacich, P. (2007). Some unique properties of eigenvector centrality. *Social Networks*, 29(4), 555-564. doi:10.1016/j.socnet.2007.04.002

Bonacich, P., & Lloyd, P. (2001). Eigenvector-like measures of centrality for asymmetric relations. *Social Networks*, 23(3), 191-201.

Borgatti, S. P. (2005). Centrality and network flow. *Social Networks*, *27*(1), 55-71. doi:10.1016/j.socnet.2004.11.008
Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2013). *Analyzing social networks*. Thousand Oaks, CA: SAGE. doi:10.1016/S0378-8733(01)00038-7

Bothner, M. S., Kim, Y. K., & Smith, E. B. (2012). How does status affect performance? Status as an asset vs. status as a liability in the PGA and NASCAR. *Organization Science*, 23(2), 416-433. doi.org/10.1287/orsc.1110.0679

Brass, D. J., Galaskiewicz, J., Greve, H. R., & Tsai, W. (2004). Taking stock of networks and organizations: A multilevel perspective. *Academy of Management Journal*, 47(6), 795-817. doi:10.5465/20159624

Breznik, K., & Batagelj, V. (2012). Retired matches among male professional tennis players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 270-278.

Bruner, M. W., Erickson, K., Wilson, B., & Côté, J. (2010). An appraisal of athlete development models through citation network analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, *11*(2), 133-139. doi:10.1016/j. psychsport.2009.05.008

Castro, J., & Mesquita, I. (2010). Analysis of the attack tempo determinants in volleyball's complex II: A study on elite male teams. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 10(3), 197-206. doi:10.1080/24748668.2010.11868515

Clemente, F. M., Martins, F. M. L., Kalamaras, D., & Mendes, R. S. (2015). Network analysis in basketball: Inspecting the prominent players using centrality metrics. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 212-217. doi:10.7752/jpes.2015.02033

Clemente, F. M., Martins, F. M. L., & Mendes, R. S. (2015). There are differences between centrality levels of volleyball players in different competitive levels? *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 272-276. doi:10.7752/jpes.2015.02041

Cobbs, J. B. (2011). The dynamics of relationship marketing in international sponsorship networks. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 26(8), 590-601. doi:10.1108/08858621111179868

Cousens, L., Barnes, M., & MacLean, J. (2012). Strategies to increase sport participation in Canada: The role of a coordinated network. *International Journal of Sport Management and Marketing*, 12(3-4), 198-216. doi:10.1504/IJSMM.2012.052667

Dey, P., Ganguly, M., & Roy, S. (2017). Network centrality based team formation: A case study on T-20 cricket. *Applied Computing and Informatics*, 13(2), 161-168. doi:10.1016/j.aci.2016.11.001

Duch, J., Waitzman, J. S., & Amaral, L. A. N. (2010). Quantifying the performance of Individual Players in a team activity. *PLoS ONE*, *5*(6), e10937. doi:10.1371/journal.pone.0010937

Fewell, J. H., Armbruster, D., Ingraham, J., Petersen, A., & Waters, J. S. (2012). Basketball teams as strategic networks. *PLoS ONE*, *7*(11), e47445. doi:10.1371/journal.pone.0047445

Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239. doi:org/10.1016/0378-8733(78)90021-7

Freeman, L. C. (2004). The development of social network analysis: A study in the sociology of science (Vol. 1). North Charleston, SC: BookSurge. doi:10.1016/j. socnet.2005.06.004

Gama, J., Passos, P., Davids, K., Relvas, H., Ribeiro, J., Vaz, V., & Dias, G. (2014). Network analysis and intra-team activity in attacking phases of professional football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *14*(3), 692-708. doi:10.1080/24748668.201 4.11868752

Grund, T. U. (2012). Network structure and team performance: The case of English Premier League soccer teams. *Social Networks*, *34*(4), 682-690. doi:10.1016/j.socnet.2012.08.004

Hambrick, M. E. (2012). Six degrees of information: Using social network analysis to explore the spread of information within sport social networks. *International Journal of Sport Communication*, *5*(1), 16-34. doi:10.1123/ijsc.5.1.16

Hurst, M., Loureiro, M., Valongo, B., Laporta, L., Nikolaidis, P. T., & Afonso, J. (2016). Systemic mapping of high-hevel women's volleyball using social network analysis: The case of serve (K0), side-out (KI), side-out transition (KII) and transition (KIII). *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(2), 695-710. doi:10.1080/24748668.2016.11868917

Hurst, M., Loureiro, M., Valongo, B., Laporta, L., Nikolaidis, P., & Afonso, J. (2017). Systemic mapping of high-level women's volleyball using social network analysis: The case of attack coverage, freeball and downball. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 57-64.

Jessop, A. (2006). A measure of competitiveness in leagues: A network approach. *Journal of the Operational Research Society*, *57*(12), 1425-1434. doi:10.1057/palgrave.jors.2602122

Lames, M., & McGarry, T. (2007). On the search for reliable performance indicators in game sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(1), 62-79. doi:10.1080/24748668.2007.11868388

Laporta, L., Nikolaidis, P., Thomas, L., & Afonso, J. (2015). The importance of loosely systematized game phases in sports: The case of attack coverage systems in high-level women's volleyball. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 4(1), 19-24. Lebed, F. (2006). System approach to games and competitive playing. *European Journal of Sport Science*, 6(1), 33-42. doi:10.1080/17461390500422820 Loureiro, M., Hurst, M., Valongo, B., Nikolaidis, P., La-

Loureiro, M., Hurst, M., Valongo, B., Nikolaidis, P., Laporta, L., & Afonso, J. (2017). A comprehensive mapping of high-level men's volleyball gameplay through social network analysis: Analysing serve, side-out, side-out transition and transition. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 35-41.

Love, A., & Andrew, D. P. (2012). The intersection of sport management and sociology of sport research: A social network perspective. Sport Management Review, 15(2), 244-256. doi:10.1016/j.smr.2011.08.001 Malta, P., & Travassos, B. (2014). Caraterização da transição defesa-ataque de uma equipa de futebol. Motricidade 10(1), 27-37. doi:10.6063/motricidade.10(1).1544

Marcelino, R., Mesquita, I., & Sampaio, J. (2011). Effects of quality of opposition and match status on technical and tactical performances in elite volleyball. *Journal of Sports Sciences*, 29(7), 733-741. doi:10.108 0/02640414.2011.552516

McGarry, T., Anderson, D., Wallace, S., Hughes, M., & Franks, I. (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 771-781.

Mukherjee, S. (2012). Identifying the greatest team and captain: A complex network approach to cricket matches. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 391(23), 6066-6076. doi:10.1016/j.phy-sa.2012.06.052

Ortiz-Pelaez, A., Pfeiffer, D., Soares-Magalhaes, R., & Guitian, F. (2006). Use of social network analysis to characterize the pattern of animal movements in the initial phases of the 2001 foot and mouth disease (FMD) epidemic in the UK. *Preventive Veterinary Medicine*, 76(1-2), 40-55.

Passos, P., Davids, K., Araújo, D., Paz, N., Minguéns, J., & Mendes, J. (2011). Networks as a novel tool for studying team ball sports as complex social systems. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(2), 170-176. doi:10.1016/j.jsams.2010.10.459

Quatman, C., & Chelladurai, P. (2008a). Social network theory and analysis: A complementary lens for inquiry. *Journal of Sport Management*, 22(3), 338-360. doi:10.1123/jsm.22.3.338

Quatman, C., & Chelladurai, P. (2008b). The social construction of knowledge in the field of sport management: A social network perspective. *Journal of Sport Management*, 22(6), 651-676. doi:10.1123/jsm.22.6.651

Radicchi, F. (2011). Who is the best player ever? A complex network analysis of the history of professional tennis. *PLoS ONE*, 6(2), e17249. doi:10.1371/journal.pone.0017249

Ramos, J., Lopes, R. J., & Araújo, D. (2017). What's next in complex networks? Capturing the concept of attacking play in invasive team sports. *Sports Medicine*, 48(1), 17-28. doi:10.1007/s40279-017-0786-z Ribeiro, J., Silva, P., Duarte, R., Davids, K., & Garganta, J. (2017). Team sports performance analysed through the lens of social network theory: Implications for research and practice. *Sports Medicine*, 47(9), 1689-

Saavedra, S., Powers, S., McCotter, T., Porter, M. A., & Mucha, P. J. (2010). Mutually-antagonistic interactions in baseball networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 389(5), 1131-1141. doi:10.1016/j.physa.2009.10.038

1696. doi:10.1007/s40279-017-0695-1

Sallent, O., Palau, R., & Guia, J. (2011). Exploring the legacy of sport events on sport tourism networks. *European Sport Management Quarterly*, 11(4), 397-421. doi:10.1080/16184742.2011.599208

Sampaio, J. E., Lago, C., Gonçalves, B., Maçãs, V. M., & Leite, N. (2014). Effects of pacing, status and unbalance in time motion variables, heart rate and tactical behaviour when playing 5-a-side football small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 229-233. doi:10.1016/j.jsams.2013.04.005

Sanders, J. (2011). Ranking patterns in college football's BCS selection system: How conference ties, conference tiers, and the design of BCS payouts affect voter decisions. *Social Network*, 33(4), 273-280. doi:10.1016/j.socnet.2011.08.001

Sankaran, S. (2014). Comparing pay versus performance of IPL bowlers: An application of cluster analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 174-187. doi:10.1080/24748 668.2014.11868713

Sasaki, K., Yamamoto, T., Miyao, M., Katsuta, T., & Kono, I. (2017). Network centrality analysis to determine the tactical leader of a sports team. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(6), 822-831. doi:10.1080/24748668.2017.1402283

Seevers, M. T., Skinner, S. J., & Dahlstrom, R. (2010). Performance implications of a retail purchasing network: The role of social capital. *Journal of Retailing*, 86(4), 310-321. doi:10.1016/j.jretai.2010.07.002

Thelen, E. (2005). Dynamic systems theory and the complexity of change. *Psychoanalytic Dialogues*, 15(2), 255-283. doi:10.1080/10481881509348831 Warner, S., Bowers, M. T., & Dixon, M. A. (2012). Team dynamics: A social network perspective. *Journal of Sport Management*, 26(1), 53-66. doi:10.1123/jsm.26.1.53

Wäsche, H., Dickson, G., Woll, A., & Brandes, U. (2017). Social network analysis in sport research: An emerging paradigm. *European Journal for Sport and Society,* 14(2), 138-165. doi:10.1080/16138171.2017.1318198 Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Zachary, W. W. (1977). An information flow model for conflict and fission in small groups. *Journal of Anthropological Research*, *33*(4), 452-473. doi:10.1086/jar.33.4.3629752

Zuo, X. N., Ehmke, R., Mennes, M., Imperati, D., Castellanos, F. X., Sporns, O., & Milham, M. P. (2011). Network centrality in the human functional connectome. *Cerebral Cortex*, 22(8), 1862-1875. doi:10.1093/cercor/bhr269

#### **AUTHORS:**

Cássia Daniele Z Trindade <sup>1</sup> Cláudia Dornelles Schneider <sup>2</sup> Flávio Antônio de S Castro <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aquatic Sports Research Group, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>2</sup> Graduate Program on Rehabilitation Sciences, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Brasil

https://doi.org/10.5628/rpcd.18.03.46

# Physiological and kinematic analysis of master swimmers 200 m front crawl

**KEYWORDS:** 

Swimming. Performance.

Oxygen consumption.

SUBMISSÃO: 29 de Novembro de 2018 ACEITAÇÃO: 29 de Dezembro de 2018

#### **ABSTRACT**

The aim of the present study was to (a) compare the physiological and kinematic variables of master swimmers during a maximal effort, and (b) correlate those variables with performance. Twenty-three swimmers, divided into three age groups, took part in the study: G1,  $33.9 \pm 1.7$  (n = 8), G2,  $44.7 \pm 1.9$  (n = 8) and G3,  $59.4 \pm 8.7$  years old (n = 7). After measuring anthropometric characteristics, swimmers performed a 200 m front crawl maximal test. Oxygen consumption was continuously recorded and stroke rate and length, and swim speed were obtained using video analysis. Performance was  $159.7 \pm 11.7$  (G1),  $181.8 \pm 20.8$ (G2) and  $211.0 \pm 23.0 \text{ s}$  (G3). Peak oxygen uptake was  $52.5 \pm 6.3$  (G1),  $47.3 \pm 4.4$  (G2) and 38.6 ± 5.5 (G3) ml.kg.min<sup>-1</sup>, with age explaining 59% peak oxygen uptake variance. G3 had lower stroke length (1.64  $\pm$  0.2 m) and stroke rate (33.0  $\pm$  10.2 cycles.min<sup>-1</sup>) compared to G1 (1.93  $\pm$  0.14 m and 36.6  $\pm$  3.6 cycles.min<sup>-1</sup>, respectively). When all swimmers were analysed as a single group, there were inverse correlations between performance and stroke length (r = -.72; p < .001), stroke rate (r = -.58; p = .003), stroke index (r = -.89; p < .001)and peak oxygen uptake (r = 0.81; p < .001). As expected, both physiological and kinematic variables declined with age, leading to a reduction in swimming performance. Peak oxygen uptake and kinematic variables highly correlated with 200 m front crawl performance.

### Análise fisiológica e cinemática de nadadores masters em 200 m nado crawl

#### **RESUMO**

O presente estudo teve por objetivos (a) comparar variáveis fisiológicas e cinemáticas de nadadores masters durante um teste máximo, e (b) correlacioná-las com o desempenho desportivo. Vinte e três atletas, de três grupos etários participaram do estudo: G1: 33.9  $\pm$  1.7 (n = 8); G2: 44.7  $\pm$  1.9 (n = 8) e G3: 59.4  $\pm$  8.7 anos de idade (n = 7). Após serem obtidas as medidas antropométricas, os nadadores realizaram um esforço máximo de 200 m nado crawl. O consumo de oxigênio foi continuadamente registrado e a frequência e distância de ciclo, e velocidade de nado, obtidos por análise de vídeo. O desempenho foi de 159.7  $\pm$  11.7 (G1), 181.8  $\pm$  20.8 (G2) e 211.0  $\pm$  23.0 s (G3). O pico do consumo de oxigênio foi de  $52.5 \pm 6.3$  (G1),  $47.3 \pm 4.4$  (G2) e  $38.6 \pm 5.5 \text{ ml.kg.min}^{-1}$  (G3), tendo a idade explicado 59% da variância do pico do consumo de oxigênio. O G3 obteve menores valores de distância (1.64 ± 0.2 m) e frequência de ciclo (33.0 ± 10.2 ciclos.min<sup>-1</sup>) comparado ao G1  $(1.93 \pm 0.14 \text{ m e } 36.6 \pm 3.6 \text{ ciclos.min}^{-1}, \text{ respectivamente})$ . Quando todos os nadadores foram analisados como um grupo único, verificaram-se correlações inversas entre o desempenho e distância (r = -.72; p < .001) e frequência de ciclo (r = -0.58; p = .003), índice de nado (r = -.89; p < .001) e pico de consumo de oxigênio (r = -.81; p < .001). Como esperado, tanto as variáveis fisiológicas como as cinemáticas diminuíram com a idade, levando a uma redução no desempenho em natação. O pico de consumo de oxigênio e as variáveis cinemáticas apresentaram alta correlação com o desempenho em 200 m nado crawl.

#### PALAVRAS CHAVE:

Natação. Desempenho. Consumo de oxigênio.

#### INTRODUCTION

Competitive swimming is composed by 50 to 1,500 m distances using four individual and combined (medley) swimming techniques (Pyne & Sharp, 2014). The front crawl, almost universally used during freestyle events, is considered the most traditional, fast and economical swimming technique (Barbosa et al., 2005). Master swimming engage experienced competitive swimmers and participants that began swimming in adulthood (Zamparo, Dall'ora, Toneatto, Cortesi, & Gatta, 2012), namely after 25 years of age (Fédération Internationale de Natation, 2017). Total participation numbers have consistently increased (Knechtle, Nikolaidis, Konig, Rosemann, & Rust, 2016), highlighting the importance of better understanding the relationship between swimming performance and ageing in this specific population. As reviewed by Tanaka and Seals (2003), swimming performance decreases in a curvilinear shape from 36 to 70 years and race time increases in an exponential manner. However, the decrease in swimming performance is 30% less compared to running, perhaps due to swimming dependency of biomechanical variables (Craig & Pendergast, 1979).

Swimmers displacement in the aquatic environment is dependent on final propulsion, obtained by subtracting drag (movement opposite force) from propulsive force. To generate more propulsive force, swimmers needs well-developed physiological characteristics and technical skills to generate propulsive force while reducing drag, to ultimately allow displacement with a low energy cost (Toussaint & Truijens, 2005). Additionally, drag is influenced by swimmers anthropometric and physical characteristics (Toussaint, Stralen, & Stevens, 2002).

Maximal oxygen consumption  $(O_{2max})$  is used to evaluate physiological capability and is related to oxygen uptake, transport and use by the body, determining the upper limit for oxidative energy production (Poole & Jones, 2017). When it is not possible to observe a O<sub>2</sub> plateau, aerobic capability can be evaluated by the highest registered value (VO<sub>2</sub>peak; Ribeiro et al., 2015). Currently, it is possible to measure breath-by breath respiratory and pulmonary gas exchange using a portable gas analyser connected to the swimmer via a low hydrodynamic resistance respiratory snorkel and valve system (Baldari et al., 2013). This setup enables VO<sub>2</sub> data acquisition in conditions related with swimming practice and with a high sampling frequency, both of which allow monitoring VO<sub>2</sub> changes over a short time (Sousa et al., 2014). Moreover, swimming technique, and responses to different swimming constraints, are studied by kinematics, using variables as stroke length (SL, defined as the distance covered by the swimmer's body at each upper limb cycle) and stroke rate (SR, defined as the number of upper limb cycles per time unit). The product of SL and SR is swim speed (v), excluding start, turns, finish and streamline effects (Hay & Guimarães, 1983). Furthermore, the swimming index (SI, the product of SL and v) is an indicator of swimming economy (Costill et al., 1985).

The 200 m freestyle event has metabolic characteristics that include marked anaerobic and aerobic energy system participation, with performance being strongly influenced by

energy system interactions that alter swimming kinematic behaviour (Figueiredo, Pendergast, Vilas-Boas, & Fernandes, 2013). As the number of master swimmers is growing, studying this population will allow a better understanding about healthy ageing from a sports performance point of view. The present study compared  $VO_2$ peak, heart rate (HR), SR, SL, v and SI of master swimmers from different age groups during a maximal effort and related those variables with performance.

#### **METHOD**

Twenty-three male master swimmers volunteered to participate in this study and were divided into three groups according to the thirty-third and sixty-sixth age percentiles (group details are presented in Table 1). Swimmers who trained regularly over the past two years (swimming, at least, three times per week for a minimum of 2,000 m per day) and competed in the last year were included. Swimmers that did not trained for more than four weeks and presented injuries or sickness that could compromise the experiments were excluded. This study was approved by the local ethics committee and conducted according to the Declaration of Helsinki (1964).

TABLE 1. Mean  $\pm$  SD and confidence interval values regarding anthropometric characteristics and FINA points of master swimmers.

	Group 1 ( $n = 8$ )	Group 2 (n = 8)	Group 3 (n = 7)	F(df); p;
	33.9 ± 1.7 years	44.7 ± 1.9 years	59.4 ± 8.7 years	η²
Body mass (kg)	77.8 ± 6.9	80.1 ± 6.3	76.6 ± 8.6	F(2.18) = 0.60;
	]70.5 – 85.1[	]72.3 – 87.9[	]68.6 – 84.6[	$p = .560;$ $\eta^2 = .06$
Height (cm)	180.9 ± 5.2	176.9 ± 9.3	175.7 ± 4.4	F(2.18) = 1.72;
	]175.4 – 186.5[	]165.2 – 188.5[	]171.5 – 179.8[	$p = .208; \eta^2 = .16$
Body fat (%)	22.1 ± 5.4	24.7 ± 4.8	25.4 ± 3.4	F(2.19) = 1.18;
	]16.3 – 27.8[	]18.6 – 30.8[	]22.2 – 28.5[	$p = .330; \eta^2 = .11$
Arm span (cm)	185.9 ± 4.6	181.3 ± 10.1	179.8 ± 5.5	F(2.18) = 2.50;
	]181.1 – 190.8[	]168.7 – 194.0[	]174.7 – 185.0[	$p = .110; \eta^2 = .21$
FINA (points)	368.8° ± 72.6	228.0 <sup>b</sup> ± 76.2	197.5 <sup>b</sup> ± 51.5	F(2.20) = 12.45;
	]292.6 – 445.0[	]133.3 ± 322.6[	]149.8 - 245.2[	$p < .001; \eta^2 = .55$

Note: Different letters indicate groups difference, p < .05.

Swimmers anthropometrics and body composition measurements were obtained previously to the swimming test. Body mass (balance G-Tech Glass 200®, 150 kg capacity and 0.1 kg accuracy), height (portable stadiometer Cescorf®, 3 m capacity and 0.1 cm accuracy), upper arm span (anthropometric tape 3M, 2 m capacity and 0.1 cm accuracy) and fat mass (Dual-energy X-ray absorptiometry; Hologic Discovery W, EUA) were measured by an experienced researcher according to standard protocols. Participants were instructed not to exercise moderately or intensely (24 h), to drink alcohol (72 h) or to consume any

product with caffeine or calcium-based medications (24 h) without previous communication with the research team.

Participants filled out sociodemographic and training questionnaires that gave information about their best competition times during the previous year that, by transforming performance data into Fédération Internationale de Natation (FINA) points (http:// www.fina.org/content/fina-points), allowed comparing competitive swimming levels (CF. TABLE 1). Swimmers trained with a snorkel during one week to get used with the equipment, also using a nose clip and open turns to familiarise with testing conditions. The experimental protocol was composed of a 200 m front crawl effort at maximal speed (T200). Before T200, swimmers performed a 400 m low-intensity front crawl warm-up, 200 m with the same snorkel used for training plus 200 m with a low hydrodynamic snorkel (Aquatrainer, Cosmed, Italy; Baldari et al., 2013) and a nose clip used for gas collection. Participants were instructed to start in-water and not perform lateral breath movements, open turns or underwater streamline after the wall push. During the T200, gas exchange data was collected and a digital video was recorded in the swimmers' sagittal plane (described below), with their total time assessed using a manual chronometer (Casio HS-30W). All experimental sessions were performed in a 25 m heated indoor pool, with  $\sim$ 29°C water temperature, between 15:00 and 19:00. During the T200, HR was monitored with a chest strap (Garmin, 920XT, EUA), with the maximum HR (HRmax) defined as the highest value recorded during the test.

The expired  $VO_2$  concentration was measured breath-by-breath using a telemetric portable gas analyser (K5 ergospirometer, Cosmed, Italy) connected to the swimmer by an appropriate snorkel (Aquatrainer, Cosmed, Italy; Ribeiro et al., 2015). The K5 was calibrated according to the manufacturer's instructions and suspended 2 m over the water with a steel cable, following the swimmer along the pool while minimising water disturbances created by the equipment. The T200 began after the respiratory exchange ratio stabilised around 0.8. After the test, noises were omitted from analysis to minimise breath disturbance and only  $VO_2$  values within  $\pm 4$  standard deviations of the mean were included (Fernandes et al., 2012).  $VO_2$  values were smoothed using a breath moving average and time average to produce a standard weighted response at 5 s intervals (Fernandes et al., 2012).  $VO_2$  peak was the highest value attained during the T200 (Ribeiro et al., 2015).

Kinematics data collection was performed using 2D video recording, with a video camera (SONYVHD3-CX260, Japan), at a 60 Hz sampling rate, positioned 2 m above the water surface and 5 m from the perpendicular line of swimmers' movement. Before each test, a 4.5 m long calibration frame was positioned at the sagittal plane in the middle of the pool, being that image used for digitalisation. After the experiments, videos were downloaded and digitalised using Kinovea open source software (www.kinovea.org) to obtain SL and SR values. Frames and pixels of swimmers left hand entry were recorded for at least two

cycles inside the calibrated area. SL and SR were calculated for each 50 m lap and v was obtained by multiplying SR and SL (calculated for each T200 50 m lap). Average SL and v values were used to obtain SI according to the equation SI = v \* SL (Costill et al., 1985).

#### **STATISTICAL ANALYSIS**

Data normality was checked using the *Shapiro-Wilk* test, with descriptive statistics being presented as mean  $\pm$  SD and 95% confidence interval for all measured variables. Oneway analysis of variance (ANOVA) was applied for group comparisons and two-way ANOVA was used for comparisons between groups and T200 laps (50, 100, 150 and 200 m). The effect size was obtained from  $\eta$  squared and classified as small, medium or large ( $\eta^2$  0.01, 0.06 and 0.14, respectively; Cohen, 1988). Correlations between variables and T200 performance were tested with Pearson's correlation coefficient. The IBM SPSS statistical package was used for analysis (statistical significance was set at 5%) and, to better discuss the results, percentage differences between groups were calculated.

#### **RESULTS**

T200 performance decreased with ageing:  $159.7 \pm 11.7$ ,  $181.8 \pm 20.8$  and  $211.0 \pm 23.0$  s for G1, G2 and G3, respectively (p < .001;  $\eta^2 = 0.61$ ). Although there were no differences between groups regarding anthropometric values, age partly explained height, arm span and body fat variances. Regarding swimming performance, FINA points were higher for the youngest group compared to oldest one, indicating that the former performed better in competition. Table 2 displays the physiologic and biomechanical data obtained during the T200, without being detected any differences for baseline HR and VO<sub>2</sub> among all age groups. However, HRmax and VO<sub>2</sub>peak were smaller in G3 compared with the other groups, with ageing explaining 30 and 59% of the HRmax and VO<sub>2</sub>peak variance (respectively). Complementarily, lower SL and SR values were detected for G3 comparing to G1, with v decreasing with increasing age. SI exhibited higher values for G1 comparing to G2 and G3.

TABLE 2. Mean ± SD and confidence interval values regarding master swimmers physiologic and biomechanics variables.

	Group 1 ( <i>n</i> = 8)	Group 2 (n = 8)	Group 3 (n = 7)	F(df); p;
	33.9 ± 1.7 years	44.7 ± 1.9 years	59.4 ± 8.7 years	η²
HR baseline (bpm)	767± 7	78 ± 12	73 ± 7	F(2.19) = 1.22;
	]70 – 84[	]63 – 93[	]67 – 79[	$p = .32;$ $\eta^2 = .11$
HRmax (bpm)	165°±9	156 <sup>a,b</sup> ± 13	150°± 14	F(2.19) = 4.14;
	]155 – 175[	]140 – 172[	]137 – 162[	$p = .032; \eta^2 = .30$
VO <sub>2</sub> baseline (ml.kg.mi <sup>-1</sup> )	6.7 ± 0.5	5.8 ± 0.7	6.5 ± 1.0	F(2.18) = 0.92;
	]6.1 – 7.3[	]4.9 – 6.8[	]5.5 – 7.4[	$p = .42; \eta^2 = .10$
VO <sub>2peak</sub>	52.5° ± 6.3	47.3° ± 4.4	38.6 <sup>b</sup> ± 5.5	F(2.18) = 13.44;
(ml.kg.min <sup>-1</sup> )	]45.9 – 59.2[	]41.7 – 52.9[	]33.6 – 43.7[	$p < .001;$ $\eta^2 = .59$
SL (m)	1.93° ± 0.14	$1.70^{a,b} \pm 0.20$	1.64 <sup>b</sup> ± 0.20	F(2.20) = 6.19;
	]1.78 – 2.08[	]1.45 - 1.96[	]1.45 - 1.82[	$p = .008;$ $\eta^2 = 0.38$
SR (cycle.min <sup>-1</sup> )	36.6° ± 3.6	36.0 <sup>a,b</sup> ± 5.4	33.0 <sup>b</sup> ± 10.8	F(2.20) = 4.09;
	]33.0 – 40.2[	]29.4 – 42.0[	]31.8 - 33.6[	$p = .033; \eta^2 = .29$
v (m.s <sup>-1</sup> )	1.16° ± 0.76 ]1.08 – 1.25[	$1.00^{\circ} \pm 0.06$ $]0.93 - 1.08[$	$0.89^{\circ} \pm 0.08$ $]0.82 - 0.97[$	F(2.20) = 25.58; $p < .001; \eta^2 = .71$
SI (m².s <sup>-1</sup> )	2.25° ± 0.22	1.71 <sup>b</sup> ± 0.20	1.48° ± 0.32	F(2.20) = 17.17;
	]2.02 – 2.48[	]1.45 – 1.96[	]1.18 – 1.77[	$p < .001; \eta^2 = .25$

NOTE 1: HR = heart hate; HR baseline = HR at rest; HRmax = T200 maximum HR;  $VO_2$  baseline =  $VO_2$  at rest. SL = distance covered by the swimmer's body at each stroke cycle; SR = stroke rate; v = swimming speed; SI = stroke index. Note2: Different letters indicate groups difference, p < .05

Figure 1 shows the SL, SR and v behaviour along the T200 for each age group. Comparisons among groups did not reveal any significant differences, showing similar patterns along the 200 m laps. SL results were similar for the 50 and 100 m laps but both were longer than the SL for the 200 m lap (nevertheless the SR increased in the final lap). SR and v data suggest a U-shaped performance behaviour, with the values starting higher and tending to decrease before they increased again for the final lap. When all study participants were analysed as a single group, there were inverse correlations between swimming performance (T200 performance, in s) and SL (r = -.72; p < .001), SR (r = -.58; p = .003), SI (r = -.89; p < .001) and VO<sub>2</sub>peak (r = -.81; p < .001).

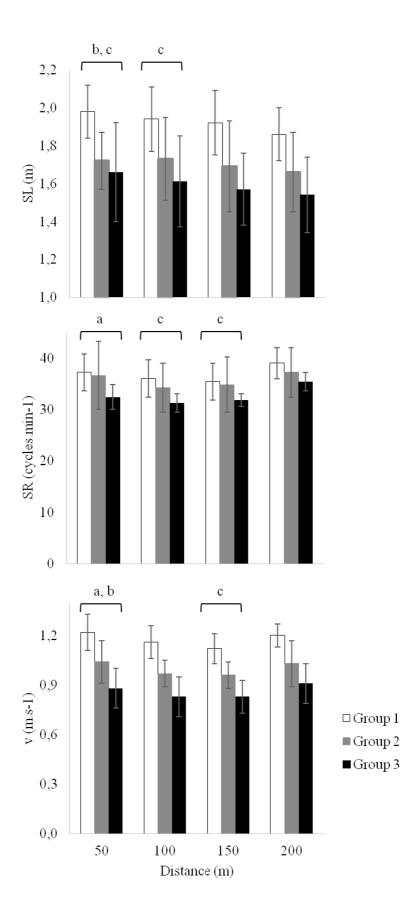


FIGURE 1. SL (upper panel), SR (middle panel) and v (bottom panel) at each 50 m lap of T200. Note: a indicates difference for 100 m (p < .05); b indicates difference for 150 m (p < .05); c indicates difference for 200 m (p < .05).

#### **DISCUSSION**

The current study compared  $VO_2$ peak, HR, SR, SL SI and v of different age groups master swimmers during a maximal effort, and related physiological and kinematic variables with performance. Furthermore, anthropometric characteristics were analysed. The main results showed that: (a) younger master swimmers performed better compared to older ones; (b) anthropometrics were not different among age groups (but there was a large age effect); (c) ageing explained 30 and 59% of the HRmax and  $VO_2$ peak data variance (respectively); (d) kinematic variables showed significant difference between the G1 and G3 groups (with a prominent effect of ageing); (v) biomechanical variables behaved similarly for all age groups during the T200; (vi) SL, SR, SI and  $VO_2$ peak were strongly correlated with T200 performance.

Swimming performance is multifactorial, depending on specific anthropometric characteristics and body composition, energetic systems, and adequate technique to generate less drag and higher propulsive forces (Figueiredo et al., 2013; Lätt et al., 2010). As expected, performance decreased as age increased, with previous 200 m front crawl analysis indicating that performance decline starts at age 45, but metabolic power declines 1% per year between the ages of 40 and 70 (Zamparo, Gatta, & di Prampero, 2012).

Compared to elite swimmers, master swimmers perform worse in the T200 (under the same conditions as in this study):  $141.3 \pm 4.7$  s (Figueiredo, Zamparo, Sousa, Vilas-Boas, & Fernandes, 2011) and  $140.5 \pm 22.4$  s (Reis et al., 2012) versus  $159.7 \pm 11.7$  s for G1. Besides being younger ( $17.1 \pm 2.3$  and  $21.6 \pm 2.4$  years for Reis et al. [2012] and Figueiredo et al. [2011], respectively), elite swimmers train more (Shaw, Boyd, Burke, & Koivisto, 2014), leading to more relevant energy system adaptations and technique improvement (Aspenes & Karlsen, 2012). Since, there is a lack of studies that examine master swimmers using the same protocol conditions, FINA points was used for comparison. Similar to T200 performance, younger master swimmers ( $29.75 \pm 3.8$  years) had higher points ( $491.8 \pm 79.7$  points) compared to G1 (Mejias et al., 2014). However, master swimmers in the same age group as G1 had similar FINA points:  $315.0 \pm 128.6$  points (Ferreira, 2015) versus  $368.8 \pm 72.6$  points.

Despite performance differences, the anthropometric characteristics were similar among the studied groups, with a large effect caused by ageing. Nasirzade et al. (2015) observed robust correlations between 200 m front crawl race performance and body height or arm span. The correlation between linear anthropometric measurements and swimming performance can be explained by the inverse relationship between wave drag and height (Toussaint et al., 2002). This relationship between performance and anthropometry was also demonstrated in a study with master swimmers over 50 to 800 m distances but, when the group was separated by sex, there were no correlations between performance and height or arm span, indicating the influence of other physiological and/or biomechanical variables on performance (Zampagni et al., 2008).

Age also had a considerable effect on body composition, specifically body fat. No relationship between body fat and lean mass with 100 yards swimming performance was observed (Siders, Lukaski, & Bolonchuk, 1993) but, more recently, it was verified that an increase in lean mass and muscle cross-sectional area and decrease in body fat over a season significantly improves performance (Roelofs, Smith-Ryan, Trexler, & Hirsch, 2017). Thus, body composition changes could be related to better performance but not exclusively since physiological and kinematic variables also change. Although our master swimmers body fat percentages were lower compared to the overall population (Imboden et al., 2017), values are 36-56% higher than top-level swimmers' values (Colyer et al., 2016; Roelofs et al., 2017; Santos et al., 2014), indicating that master swimmers have lower fat mass and lean mass ratio compared to top-level swimmers, which can negatively influence performance.

Ageing also directly affects muscles fibres (even if the body fat remains the same) and leads to a decrease in number and size of type II muscle fibres (Dube et al., 2016). Since this fibres type are recruited in high-intensity exercises or highly fatigable activities and have more developed anaerobic pathways, its decrease leads to muscle strength loss during ageing (Tieland, Trouwborst, & Clark, 2018). This phenomenon occurs even in master athletes engaged in systematic strength training, where the explosive strength and power falls more drastically than maximum strength (Ojanen, Rauhala, & Häkkinen, 2007). This could be a justification for the performance changes observed in the current study, since the 200 m front crawl effort has an ~35% anaerobic contribution, from which ~22% is alactic (Figueiredo et al., 2011). By analysing the T200 laps, Figueiredo et al. (2011) have found higher anaerobic contributions on the first 50 m, with the alactic pathway declining progressively during the test and the aerobic contribution increasing at the 100 m and remaining stable until the end of the swim These results highlight the importance of the anaerobic system to 200 m swimming performance.

 $VO_{2max}$  is one variable used for physiologic capacity evaluation, with the aerobic capacity (the maintenance of a high  $VO_2$  level for a long period of time) being one of the main determinants for swimming performance (Zacca & Castro, 2012). Since it is not possible to identify  $VO_2$  plateau values in the T200 (Sousa et al., 2011), aerobic capacity can be evaluated using the  $VO_2$ peak (Ribeiro et al., 2015). When compared with top-level swimmers, master swimmers have lower  $VO_2$ peak: from 59.1 5.7 ml.kg.min<sup>-1</sup> (Castro & Mota, 2010) using the backward extrapolation method until values around 64 to 69 ml.kg.min<sup>-1</sup> using a direct method (Reis et al., 2012; Sousa et al., 2011). Knowing that aerobic capacity decline is inevitable with ageing, even for individuals engaged in endurance training (Tanaka & Seals, 2003). this underscores why G3 had the lowest  $VO_2$ peak values. During an incremental test, a major contribution from the aerobic system and higher exercise economy (greater fat oxidation in relation to carbohydrates) is associated with lower  $VO_2$ peak in master compared to younger endurance athletes (Dube et al., 2016). Therefore, the

lower  $VO_{2peak}$  in the G3 is due in part to metabolic modifications that lead older athletes to be more economical during exercise.

Ageing-related HRmax decrease is one factor that influences maximum aerobic capacity, since these variables are related (Fick equation; Reaburn & Dascombe, 2008). Although HRmax decreased with age, this data should be interpreted with caution, since the aquatic environment directly influences HR that can change according to body position, immersion depth, water temperature, resting HR, decrease in hydrostatic weight and training level (Graef & Kruel, 2006; Holmér, 1992).

Figueiredo et al. (2011) found that, although biomechanical contribution to performance decreases in relation to energetics and muscular aspects along the 200 m test, its contribution to the mean velocity was still high: 58.1%, with SR and SL being responsible for 33.7% of the mean velocity. This finding indicates that biomechanical variables are important for performance. Our test conditions, which did not include the block exit, flip turn and underwater streamline after the wall push, directly affected speed, but SL and SR do not change (Barbosa et al., 2010) allowing comparisons with 200 m competitive events. The mean SR and SL values were lower than those reported for top-level swimmers in 200 m freestyle event, where SR varied from 38.3 to 46.8 cycles.min<sup>-1</sup> and SL from 2.1 to 2.5 m (Arellano, Brown, Cappaert, & Nelson, 1994; Castro & Mota, 2008; Figueiredo et al., 2011; Huot-Marchand, Nesi, Sidney, Alberty, & Pelayo, 2005; Simbaña-Escobar, Hellard, Pyne, & Seifert, 2018).

Several master swimming related studies evaluated biomechanical variables over different distances and times: 50 m (Espada et al., 2016; Favaro & Lima, 2005), 4 min moderate intensity (Zamparo, Dall'ora, et al., 2012), four-to-five different intensities (Zamparo, 2006), an incremental test of 7 x 200m (Mejias et al., 2014), 200 m with only upper limbs propulsion (Zamparo, Turri, Silveira, & Poli, 2014) and 200 m front crawl (Gatta, Benelli, & Ditroilo, 2006). Since intensity, distance and lower limbs action influence SR and SL (Silveira, Castro, Figueiredo, Vilas-Boas, & Zamparo, 2017), it is only possible to compare our results with the 200 m front crawl test fully analysed, not by its partials. SL relates to the swimmer's technical quality (Zamparo, Carrara, & Cesari, 2017) and fatigue tolerance, since swimmers who maintain high SL values at the end of the 200 m race perform better (Craig, Skehan, Pawelczyk, & Boomer, 1985). We observed that our G3 SL was ~24 and 16% shorter compared to the 55-59 and 60-64 year-old groups from Gatta et al. (2006) and, regarding SR the G3 was ~17% lower. To reach and sustain high-speed swimming, appropriate SR values are required. Such SR values are achieved and maintained at the expense of well-developed aerobic and anaerobic capacities (Termin & Pendergast, 2000).

When analysing master swimmers of three expert levels, one study found that at high speeds the swimmers with higher skill levels have better technique and consequently better SR and SL (Zamparo et al., 2017). Additionally, as the technical level declined among the three groups of the current study, the same effect occurred for swimming performance.

However, despite the different swimming performance level of master swimmers, results from official events indicate that SL and SR fall with ageing, with SR decline being more evident (Gatta et al., 2006). The SL decrease with age is associated with a propulsive efficiency decline that ultimately reduces swim speed (Zamparo, Dall'ora et al., 2012). The SL decrease with a compensatory increase of the SR in relation to the v during the 200 m test is well established (Chollete, Pelayo, Torny, & Sidney, 1996) since muscle fatigue increases with a concomitant decrease in alactic and increase in the lactic anaerobic contribution along the effort and, consequently, SL and propulsive efficiency decrease and SR increases in an attempt to maintain high speed (Figueiredo et al., 2011, 2013).

There are several swimming race strategies, depending on distance and swimming technique (McGibbon, Pyne, Shephard, & Thompson, 2018). Analysis of international 200 m events revealed that swimmers selects an "even pace" characterised by a high speed during the first lap, followed by two slower intermediate partials and a finish at the same speed or just above the intermediate ones (Castro, Diefenthaeler, Colpes, Silveira, & Franken, 2017; Robertson, Pyne, Hopkins, & Anson, 2009), which correlates most with performance for all 200 m events (McGibbon et al., 2018). The results obtained in a T200 with elite swimmers (under the same conditions as in the current study; Figueiredo et al., 2011) evidenced an even pace strategy, as expected. When analysing v, we have observed that the strategy adopted by master swimmers is to start the first 50 m lap fast, swim lower 100 m and 150 m laps and finish the final lap at the same speed as the first one, producing a parabolic or U-shaped trend, a test pattern similar to the 400 m freestyle event (McGibbon et al., 2018).

SI is a good indirect indicator of swimming economy since it describes the swimmer's ability to move at a given speed with the fewest cycles possible (Costill et al., 1985). G1 swimmers had SI 24 and 13.4% higher compared to G2 and G3 (respectively). Zamparo, Dall'ora et al. (2012) found differences between mean swimming speed over age groups (30 to 80 years), and swimmers older than 40 years have a higher energy cost than younger ones. Furthermore, when energy cost values were compared with younger elite swimmers for the same speed, it increased 0.75% per year. When analysing energy requirement and available energy during 200 m races by mathematical methods, Zamparo, Gatta et al. (2012) found both a decrease in available aerobic and anaerobic energy and an increase in energy cost. In the current study, there was a negative correlation between swimming performance and SR, SL and SI in accordance with previous observations (Arellano et al., 1994; Figueiredo et al., 2013; Nasirzade et al., 2015). These findings suggest that master swimmer training should be developed beyond metabolic training, focusing also in technical quality, a strategy that would increase propulsive efficiency and decrease the cost of locomotion (Zamparo, Gatta et al., 2012).

Although swimmers were familiarised with the use of the snorkel, it is possible that the decreased speed during the last T200 lap was not compensated by increased confidence to breath in the snorkel during the test, which could cause the swimmers to perform previous laps at a lower intensity than they would under competitive conditions. This lower intensity may have contributed to the large variation in HRmax results, and might be considered as a study limitation. Furthermore, master category is very heterogeneous in terms of swimming experience and current training status, variables that were not included in the current analysis, and that should be considered also in future studies as performance determinants. In conclusion, T200 performance declines as age increases and  ${\rm VO}_{\rm 2peak}$  and kinematic were the elected performance predictive variables. However, despite the great influence of the physiological variables on energy system capacity, swimming kinematics is central in the production of propulsive forces and drag decrease. Thus, master swimmers should exercise beyond total metabolic power, including relevant technical development training.

#### **ACKNOWLEDGMENT**

This work was conducted during a scholarship financed by CAPES – Brazilian Federal Agency for Support and Evaluation of Graduate Education within the Ministry of Education of Brazil.

#### **REFERENCES**

Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., & Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 189-199.

Aspenes, S. T., & Karlsen, T. (2012). Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Medicine*, 42(6), 527-543.

Baldari, C., Fernandes, R. J., Meucci, M., Ribeiro, J., Vilas-Boas, J. P., & Guidetti, L. (2013). Is the new AquaTrainer(R) snorkel valid for  $VO_2$  assessment in swimming? *International Journal of Sports Medicine*, 34(4), 336-344. doi:10.1055/s-0032-1321804

Barbosa, T. M., Keskinen, K. L., Fernandes, R. J., Colaço, C., Carmo, C., & Vilas-Boas, J. P. (2005). Relationship between energetic, stroke determinants and velocity in butterfly. *International Journal of Sports Medicine*, *26*, 841-846. doi:10.1055/s-2005-837450

Barbosa, T. M., Silva, A. J., Reis, A. M., Costa, M., Garrido, N., Policarpo, F., & Reis, V. M. (2010). Kinematic changes in swimming front Crawl and Breaststroke with the AquaTrainer snorkel. *European Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1155-1162. doi:10.1007/s00421-010-1459-x

Castro, F. A. S., Diefenthaeler, F., Colpes, F., Silveira, R. P., & Franken, M. (2017). Performance and pacing in 200m butterfly: Variability and relations with the time 50 m partial and the final time. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 10*(4), 197-201. doi:10.1016/j. ramd.2016.02.007

Castro, F. A. S., & Mota, C. B. (2008). Performance in 200 m front crawl all-out and kinematics parameters. *Brazilian Journal of Biomechanics*, *9*(17), 62-69.

Castro, F. A. S., & Mota, C. B. (2010). Energetic and performance in 200 m front crawl under maximal intensity. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 18(2), 65-75.

Chollete, D., Pelayo, P., Torny, C., & Sidney, M. (1996). Comparative analysis of 100m and 200m events in the four strokes in top level swimmers. *Journal of Human Movement Studies*, *31*, 25-37.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences ( $2^{\rm nd}$  ed.). New York, NY, USA: Lawrence Erlbaum.

Colyer, S. L., Roberts, S. P., Robinson, J. B., Thompson, D., Stokes, K. A., Bilzon, J. L., & Salo, A. I. (2016). Detecting meaningful body composition changes in athletes using dual-energy x-ray absorptiometry. *Physiological Measurement*, *37*(4), 596-609. doi:10.1088/0967-3334/37/4/596

Costill, D. L., Kovaleski, D., Porter, D., Kirwan, R., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: Predicting Success in middle- distance events. *International Journal of Sports Medicine*, *6*, 266-270.

Craig, A. B., & Pendergast, D. (1979). Relationship of stroke rate, distance per stroke, and variation in competitive swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 11, 278-283.

Craig, A. B., Skehan, P. L., Pawelczyk, J. A., & Boomer, W. L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17(6), 625-634.

Espada, M., Figueiredo, T., Nunes, P., Pereira, A., Louro, H., & Pessôa Filho, D. M. (2016). Relação entre parâmetros de ciclo gestual e desempenho em nadadores master de diferentes escalões etários. *Revista da UIIPS*, *4*(1), 180-191.

Favaro, O. R., & Lima, F. T. (2005). Influence of the age in the performance, stroke rate and stroke length in master male swimmers of the 50 meters freestyle. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 13*(3), 67-72. Fédération Internationale de Natation. (2017). Fina Masters Rules 2017 – 2021. Retrieved from https://www.fina.org/sites/default/files/2017\_2021\_masters\_11102017\_new.pdf Fernandes, R. J., de Jesus, K., Baldari, C., de Jesus, K., Sousa, A. C., Vilas-Boas, J. P., & Guidetti, L. (2012). Different V02 $_{\rm max}$  time-averaging intervals in swimming. *International Journal of Sports Medicine, 33*(12), 1010-1015. doi:10.1055/s-0032-1316362

Ferreira, M. I. A. (2015). Longitudinal assessment of master swimmers: Monitoring the energetics, biomechanics and performance over a season (Tese de doutoramento não publicada). Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Figueiredo, P., Pendergast, D. R., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2013). Interplay of biomechanical, energetic, coordinative, and muscular factors in a 200 m front crawl swim. *BioMed Research International*, 2013, 897232. doi:10.1155/2013/897232

Figueiredo, P., Zamparo, P., Sousa, A., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). An energy balance of the 200 m front crawl race. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), 767-777. doi:10.1007/s00421-010-1696-z

Gatta, G., Benelli, P., & Ditroilo, M. (2006). The decline of swimming performance with advanced age: A cross-sectional study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 932-938.

Graef, F. I., & Kruel, L. F. M. (2006). Heart rate and perceived exertion at aquatic environment: Differences in relation to land environment and applications for exercise prescription: A review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(4), 221-228.

Hay, J. G., & Guimarães, A. C. S. (1983). A quantitative look at swimming biomechanics. *Swimming Technique*, 20(2), 11-17.

Holmér, I. (1992). Swimming physiology. *Annals of Physiological Anthropology*, 11(3), 269-276.

Huot-Marchand, F., Nesi, X., Sidney, M., Alberty, M., & Pelayo, P. (2005). Variations of stroking parameters associated with 200 m competitive performance improvement in top-standard front crawl swimmers. *Sports Biomechanics*, 4(1), 89-100.

Imboden, M. T., Welch, W. A., Swartz, A. M., Montoye, A. H., Finch, H. W., Harber, M. P., & Kaminsky, L. A. (2017). Reference standards for body fat measures using GE dual energy x-ray absorptiometry in Caucasian adults. *PLoS One*, 12(4), 1-12. doi:10.1371/journal.pone.0175110

Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., Konig, S., Rosemann, T., & Rust, C. A. (2016). Performance trends in master freestyle swimmers aged 25-89 years at the FINA World Championships from 1986 to 2014. *Age (Dordr)*, 38(18), 1-8. doi:10.1007/s11357-016-9880-7

Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., ... Jürimäe, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, *9*, 398-404.

McGibbon, K. E., Pyne, D. B., Shephard, M. E., & Thompson, K. G. (2018). Pacing in swimming: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(7), 1621-1633.

Mejias, J. E., Bragada, J. A., Costa, M. J., Reis, V. M., Garrido, N. D., & Barbosa, T. M. (2014). "Young" masters vs. elite swimmers: Comparison of performance, energetics, kinematics and efficiency. *International SportMed Journal*, 15(2), 165-177.

Nasirzade, A., Sadeghi, H., Sobhkhiz, A., Mohammadian, K., Nikouei, A., Baghiyan, M., & Fattaha, A. (2015). Multivariate analysis of 200-m front crawl swimming performance in young male swimmers. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, *17*(3), 137-143. doi:10.5277/ABB-00160-2014-03

Ojanen, T., Rauhala, T., & Häkkinen, K. (2007). Strength and power profiles of the lower and upper extremities in master throwers at different ages. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 216-222.

Poole, D. C., & Jones, A. M. (2017). Measurement of the maximum oxygen uptake Vo(2max): Vo(2peak) is no longer acceptable. *Journal of Applied Physiology*, 122(4), 997-1002. doi:10.1152/japplphysiol.01063.2016

Pyne, D. B., & Sharp, R. L. (2014). Physical and energy requirements of competitive swimming events. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4), 351-359. doi:10.1123/ijsnem.2014-0047

Reaburn, P., & Dascombe, B. (2008). Endurance performance in masters athletes. *European Review of Aging and Physical Activity*, *5*, 31-42. doi:10.1007/s11556-008-0029-2

Reis, V. M., Silva, A. J., Carneiro, A. L., Marinho, D. A., Novaes, G. S., & Barbosa, T. M. (2012). 100m and 200m front crawl performance prediction based on anthropometric and physiological measurements. *International SportMed Journal*, *13*(1), 29-38.

Ribeiro, J., Figueiredo, P., Sousa, A., Monteiro, J., Pelarigo, J., Vilas-Boas, J. P., ... Fernandes, R. F. (2015). VO<sup>2</sup> kinetics and metabolic contributions during full and upper body extreme swimming intensity. *European Journal of Applied Physiology*, *115*(5), 1117-1124. doi:10.1007/s00421-014-3093-5

Robertson, E. Y., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., & Anson, J. M. (2009). Analysis of lap times in international swimming competitions. *Journal of Sports Sciences*, *27*(4), 387-395. doi:10.1080/02640410802641400

Roelofs, E. J., Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T., & Hirsch, K. R. (2017). Seasonal effects on body composition, muscle characteristics, and performance of collegiate swimmers and divers. *Journal of Athletic Training*, 52(1), 45-50. doi:10.4085/1062-6050-51.12.26

Santos, D. A., Dawson, J. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Minderico, C. S., Allison, D. B., ... Silva, A. M. (2014). Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PLoS One*, *9*(5), e97846. doi:10.1371/journal.pone.0097846

Shaw, G., Boyd, K. T., Burke, L. M., & Koivisto, A. (2014). Nutrition for swimming. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4), 360-372. doi:10.1123/ijsnem.2014-0015

Siders, W. A., Lukaski, H. C., & Bolonchuk, W. W. (1993). Relationship among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(2), 166-171.

Silveira, R. P., Castro, F. A. S., Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., & Zamparo, P. (2017). The effects of leg kick on swimming speed and arm-stroke efficiency in the front crawl. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(6), 728-735. doi:10.1123/ijspp.2016-0232

Simbaña-Escobar, D., Hellard, P., Pyne, D. B., & Seifert, L. (2018). Functional role of movement and performance variability: adaptation of front crawl swimmers to competitive swimming constraints. *Journal of Applied Biomechanics*, 34(1), 53-64. doi:10.1123/jab.2017-0022 Sousa, A., Figueiredo, P., Keskinen, K. L., Rodriguez, F. A., Machado, L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). VO2 off transient kinetics in extreme intensity swimming. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 546-552.

Sousa, A., Figueiredo, P., Pendergast, D., Kjendlie, P. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2014). Critical evaluation of oxygen-uptake assessment in swimming. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *9*(2), 190-202. doi:10.1123/ijspp.2013-0374

Tanaka, H., & Seals, D. R. (2003). Invited Review: Dynamic exercise performance in Masters athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. *Journal of Applied Physiology*, *95*, 2152-2162. doi:10.1152/japplphysiol.00320.2003

Termin, D., & Pendergast, D. R. (2000). Training using the stroke frequency-velocity relationship combine biomechanical and metabolic paradigms. *Journal of Swimming Research*, 14, 9-17.

Tieland, M., Trouwborst, I., & Clark, B. C. (2018). Skeletal muscle performance and ageing. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 9*(1), 3-19. doi:10.1002/jcsm.12238

Toussaint, H. M., Stralen, M., & Stevens, E. (2002). Wave drag in front crawl swimming. *International Society for Bioengineering and the Skin*. Retrieved from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.854.9954&rep=rep1&type=pdf

Toussaint, H., & Truijens, M. (2005). Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. *Animal Biology*, 55(1), 17-40. doi:10.1163/1570756053276907

Zacca, R., & Castro, F. A. S. (2012). Bioenergetics applied to swimming: An ecological method to monitor and prescribe training. In D. K. Clark (Ed.), *Bioenergetics* (pp. 159-180). Rijeka, Croatia: InTech. doi:10.5772/31408

Zampagni, M. L., Casino, D., Benelli, P., Visani, A., Marcacci, M., & de Vito, G. (2008). Anthropometric and strength variables to predict freestyle performance times in elite master swimmers. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1298-1307.

Zamparo, P. (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *European Journal of Applied Physiology*, *97*(1), 52-58. doi:10.1007/s00421-006-0133-9

Zamparo, P., Carrara, S., & Cesari, P. (2017). Movement evaluation of front crawl swimming: Technical skill versus aesthetic quality. *PLoS One*, *12*(9), e0184171. doi:10.1371/journal.pone.0184171

Zamparo, P., Dall'ora, A., Toneatto, A., Cortesi, M., & Gatta, G. (2012). The determinants of performance in master swimmers: a cross-sectional study on the age-related changes in propelling efficiency, hydrodynamic position and energy cost of front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 112(12), 3949-3957. doi:10.1007/s00421-012-2376-y

Zamparo, P., Gatta, G., & di Prampero, P. (2012). The determinants of performance in master swimmers: an analysis of master world records. *European Journal of Applied Physiology, 112*(10), 3511-3518. doi:10.1007/s00421-012-2332-x

Zamparo, P., Turri, E., Silveira, R. P., & Poli, A. (2014). The interplay between arms-only propelling efficiency, power output and speed in master swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 114(6), 1259-1268. doi:10.1007/s00421-014-2860-7

AUTORES:
Céu Baptista <sup>1</sup>
Fernando Santos <sup>2</sup>
Artur Romão Pereira <sup>3</sup>
Nuno Corte-Real <sup>1</sup>
Cláudia Dias <sup>1</sup>
Teresa Dias (\*) <sup>1,4</sup>
Tom Martinek <sup>5</sup>
Leonor Regueiras <sup>6</sup>
António Manuel Fonseca <sup>1</sup>

- <sup>1</sup> CIFI<sup>2</sup>D, FADEUP, Porto, Portugal
- <sup>2</sup> ESE, P.PORTO, Portugal
- <sup>3</sup> FCDEF, Coimbra, Portugal
- <sup>4</sup> FPCE, Porto, Portugal
- <sup>5</sup> University of North Carolina, Greensboro, Estados Unidos da América
- <sup>6</sup> Instituto Nun'Alvres, Santo Tirso, Portugal

Formação de professores

**em Timor-Leste:** Um modelo assente na responsabilidade pessoal e social através da educação física.

PALAVRAS CHAVE:

Responsabilidade pessoal e social.

Formação de professores.

Educação física. Timor-Leste.

SUBMISSÃO: 0 7 de Julho de 2018 ACEITAÇÃO: 10 de Novembro de 2018

https://doi.org/10.5628/rpcd.18.03.62

#### **RESUMO**

O plano estratégico de desenvolvimento de Timor-Leste (2011/2030) prevê uma alteração nas políticas de educação com ênfase na melhoria da qualidade da formação de professores dado o papel que estes desempenham na construção de uma juventude proativa e socialmente responsável. O modelo Teaching Personal and Social Responsibility (TPSR) apresenta--se como um exemplo de intervenção pedagógica no qual, através da atividade física e da prática desportiva, se promove a responsabilidade pessoal e social dos jovens professores na sua formação de base. O presente estudo reporta a aplicação do modelo TPSR na formação de professores através da disciplina de educação física em Timor-Leste e procura, nos recém professores (a) comparar o uso de estratégias para o ensino de responsabilidade pessoal e social, e (b) analisar os comportamentos dos professores em aulas de educação física do  $1^{\circ}$  e  $2^{\circ}$  ciclos do ensino básico. A amostra foi composta por um grupo experimental (GE, n= 15) que envolveu professores com experiência no modelo TPSR e um grupo de controlo (GC, n = 15) que integrou professores sem experiência no modelo TPSR. Os dados foram recolhidos através de observações sistemáticas com recurso ao Tool for Assessing Responsibility--Based Education (TARE). Os resultados mostraram que o GE, em média, recorreu mais que o GC às estratégias para o ensino de responsabilidade, sendo as diferenças na utilização das estratégias "atribuição de tarefas" e "promoção da avaliação" estatisticamente significativas. Adicionalmente, no que respeita aos comportamentos dos professores, o GE revelou diferenças estatisticamente significativas na "integração", "transferência" e "empowerment".

(\*) O trabalho de investigação desta autora é financiado pela FCT (SFRH/BPD/116284/2016).

Correspondência: Céu Baptista, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Rua Dr. Plácido Costa, 91, 4200-450 Porto, Portugal. email: ceuzitaese@gmail.com

## **Teacher training in Timor-Leste:** A model based on personal and social responsibility

through physical education

#### **ABSTRACT**

The strategic plan of development for Timor-Leste (2011/2030) defines changes in the education policies with an emphasis on improving the quality of teacher education regarding the role that these actors play in building a proactive and socially responsible youth. The Teaching Personal and Social Responsibility (TPSR) model presents itself as an example of pedagogical intervention in which, through physical activity and sports, promotes personal and social responsibility of young teachers in their undergraduate formation. The present study reports to the application of the TPSR model in teachers' training in physical education teaching in Timor-Leste and demand in newly teachers (a) to compare the use of strategies for teaching personal and social responsibility, and (b) to analyze the behaviors of teachers in physical education classes on elementary education. The sample was composed of an experimental group (EG, n = 15) which involved teachers with experience in the TPSR model and a control group (CG, n = 15) composed by teachers without experience in the TPSR model. The data were collected through systematic observations using the Tool for Assessing Responsibility-Based Education (TARE). Results showed that, on average, the EG resorted more to the strategies for teaching responsibility than the CG; the difference in the use of the strategies 'assigning management tasks' and 'role in assessment' were statistically significant. Additionally, the analysis of the teachers' behaviors on the GE revealed statistically significant differences on 'integration', 'transfer' and 'empowerment'.

#### **KEYWORDS:**

Personal and social responsibility. Teacher training. Physical education. Timor-Leste.

#### INTRODUÇÃO

Timor-Leste é um dos países mais jovens do mundo, tendo-se tornado independente em 2002, após 450 anos de administração colonial portuguesa (até 1975), 24 anos de ocupação indonésia (entre 1975 e 1999) e 32 meses de administração internacional temporária da *United Nations Transitional Administration of East Timor* (UNTAET). Em 1999, Timor-Leste perdeu quase todos os seus trabalhadores qualificados em todos os setores de atividade, sendo que o impacto na educação foi maior (Robinson, 2010). Estima-se que 80% a 90% das infraestruturas educacionais foram destruídas e a maioria dos professores abandonou o país nesta altura (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2013; Ministério Educação Timor-Leste [METL], 2011; *The World Bank* [TWB], 2004).

O estado recém-nascido em 2002 enfrentou desafios como a baixa literacia da população, lacunas na qualificação dos professores e um número insuficiente de professores habilitados para o ensino (TWB, 2004). Porém, houve uma preocupação do governo em promover a melhoria da qualidade de ensino e da aprendizagem, visível no plano estratégico de desenvolvimento 2011-2030 (METL, 2011), reforçando a ideia de que é necessário investir na educação a fim de garantir oportunidades para todos os timorenses "acederem a um ensino de qualidade que lhes permita participar no desenvolvimento económico, social e político da nossa Nação" (METL, 2011, p. 20).

De facto, a necessidade de capacitar professores de uma forma urgente e generalizada é mencionada em vários documentos (Bonito et al., 2014; Costa, 2015; METL, 2011; TWB, 2004) e leva a que, nos últimos anos, se tenham desenvolvido um conjunto de projetos de cooperação internacional, nomeadamente com Portugal, para que, com instituições timorenses, colaborassem na formação de professores, na aquisição de conhecimentos científico-pedagógicos especializados e, ainda, que contribuíssem para um desenvolvimento pessoal e social dos professores que se propõem formar (Oliveira & Pires, 2015).

No âmbito da cooperação portuguesa, o Projeto Formação Inicial e Contínua de Professores (PFICP) incluiu o curso de Formação de Professores do 1º e 2º Ciclo do Ensino Básico, onde foi desenvolvido um estudo piloto - do qual este estudo fez parte -, designadamente nas unidades curriculares Expressão Motora e Ensino da Educação Física e Metodologia do Ensino da Educação Física I e II, baseado no modelo *Teaching Personal and Social Responsibility* (TPSR) de Hellison (2011).

Neste contexto, o presente estudo procurou perceber se os professores que, durante a sua formação inicial no PFICP participaram no modelo TPSR implementaram as estratégias pedagógicas relacionadas com o ensino da responsabilidade pessoal e social durante a aula de educação física (EF) com os seus alunos. Adicionalmente, pretendeu-se analisar as diferenças entre o Grupo Experimental (GE) e o grupo de controlo (GC) na implementação das estratégias para o ensino da responsabilidade pessoal e social durante uma aula

de EF, procurando compreender o reflexo da intervenção efetuada no comportamento dos professores e dos alunos.

#### O MODELO TPSR

O TPSR, desenvolvido por Hellison nos anos 70 (Hellison, 1978), tem utilizado a atividade física com a intenção de ensinar os estudantes a tornarem-se mais responsáveis pessoal e socialmente (Hellison, 2003; Hellison & Martinek, 2006). Ao longo dos anos, o TPSR tem demonstrado ser capaz de levar a mudanças positivas nos comportamentos e atitudes dos jovens (Escartí, Pascual, & Gutierrez, 2005) em diferentes contextos desportivos, seja no âmbito da educação física, seja em atividades extracurriculares ou em programas de intervenção na comunidade (Watson & Clocksin, 2013). A implementação do TPSR assenta em dois pressupostos: (a) o ensino de competências de vida e dos valores devem ser parte integrante das atividades desportivas; e (b) o que é ensinado nesse espaço deve ser transferível para além do espaço da sessão/ aula, para as diferentes experiências e contextos de vida nos quais os jovens estão inseridos. As estratégias utilizadas pelo professor devem criar oportunidades de aprendizagem que conduzam os estudantes, através de experiências desportivas, à aquisição de valores como o respeito, o esforço, a cooperação, a autonomia e a liderança. Por outro lado, os outcomes esperados das sessões não são apenas cognitivos e/ ou psicomotores, mas também são refletidos na adoção de comportamentos pessoal e socialmente responsáveis, permitindo aos jovens adquirir uma disposição positiva para confrontar a mudança constante e a complexidade social que enfrenta (Hellison & Martinek, 2006).

De acordo com Hellison (2011), os pilares deste modelo inserem-se em cinco níveis de responsabilidade pessoal e social: (a) respeito pelos direitos e sentimentos dos outros, (b) participação e esforço, (c) autonomia, (d) liderança e ajuda aos outros, e (e) transferência (QUADRO 1). A implementação do modelo desenvolve-se num formato de aula/ sessão específico que contempla como momentos estruturantes: (a) conversa individual (que pode acontecer em qualquer momento que o professor considere oportuno), (b) conversa de consciencialização, (c) proposta de atividade física, (d) reunião de grupo, e (e) tempo de reflexão (QUADRO 2). Para adquirirem os comportamentos relacionados com os valores intrínsecos ao modelo TPSR, os jovens devem superar os níveis de responsabilidade pessoal e social de modo progressivo, através de exercícios e tarefas, durante as aulas de EF (QUA-DRO 1) (Corte-Real, Dias, Regueiras, & Fonseca, 2016; Hellison, 2011). É de realçar que os especialistas que vêm utilizando o TPSR consideram que a superação dos níveis de responsabilidade pessoal e social não acontece de forma linear, e que o retrocesso ou estagnação por parte dos estudantes num determinado nível de responsabilidade permite ao professor organizar e planear os passos seguintes (Hellison & Templin, 1991) num ciclo de retroação positiva no qual as diferentes etapas de implementação do modelo se sustentam e validam nas mudanças observadas por parte dos estudantes.

QUADRO 1. Níveis de responsabilidade, componentes de responsabilidade pessoal e social e exemplos práticos na EF (Corte-Real et al., 2016; Hellison, 2011)

S PRINCIPAIS	EXEMPLOS PRÁTICOS NA AULA DE EF
'' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' '	
reito à resolução litos; direito a estar pares cooperativos	Um aluno ser árbitro de uma partida.
exploração novas tarefas; om os outros	Colocar objetivos exequíveis no início do exercício como exemplo fazer mais cinco flexões que na aula anterior.
omo; progresso nos em para resistir à egas	Trabalho por estações, em que o professor dedica mais tempo numa das estações e os alunos trabalham de forma mais autónoma nas outras estações.
	Em equipas heterogêneas a bola tem de passar por todos antes de ser golo/ ponto/ cesto.
	Pedir ao aluno um exemplo de respeito pelos outros em casa; desenvolver atividades desportivas
	em para resistir à egas  aixão; sensibilidade e orça interior  stas ideias noutras er um modelo a seguir

Procurando que os alunos prevejam, nos vários momentos da sessão, o que será esperado deles, torna-se necessário que as sessões mantenham sempre uma determinada estrutura (QUADRO 2).

QUADRO 2. Formato da sessão (Hellison, 2011)

MOMENTOS DA SESSÃO	DESCRIÇÃO
Conversa individual	Breves instantes de interação entre professor e o aluno. Esta conversa pode ser antes, durante ou depois da sessão, ou noutro momento que seja oportuno.
Conversa de consciencialização	No início da sessão, uma conversa de poucos minutos com os alunos, onde se pretende transmitir os objetivos da sessão fazendo uma ligação aos níveis de responsabilidade pessoal e social.
Atividade física	Corresponde à maior parte do tempo de aula. É nesta parte que as habilidades físicas são utilizadas para ensinar o TPSR.
Reunião de grupo	Os alunos exprimem as suas opiniões acerca de como correu a sessão e que alterações sentem necessidade de fazer para melhorar determinados comportamentos e/ ou atitudes neles mesmos, nos outros e no professor.
Tempo de reflexão	Os alunos têm a oportunidade de avaliar o nível de responsabilidade pessoal e social atingido naquela aula. O professor começa o diálogo com uma pergunta: quem não teve nenhum problema com nenhum colega hoje?

À semelhança de outros constructos ou modelos, é importante reter que um professor que se pretenda especialista terá de ser, primeiramente, um aprendiz. Hellison referiu que "todo o trabalho foi montado assim: com avanços e recuos" (Corte-Real et al., p. 20) e incentiva a que a implementação do modelo TPSR se perspetive como flexível, necessitando de modificações e ajustes à população alvo onde se pretende implementar (Metzler, 2011). O papel da cultura onde se pretende implementar o TPSR não deve ser ignorado (Maroco, 2011) uma vez que as características da configuração sociopolítica e económica de cada país são idiossincráticas e irreproduzíveis, tal como os conhecimentos, as vivências e as práticas desportivas.

A realidade de Timor-Leste, considerado um dos países mais pobres do sudeste Asiático (United Nations Development Programme [UNDP], 2014), apresenta-se, pois, com uma especificidade que exige uma observação analítica capaz de enquadrar a mais valia na implementação do modelo TPSR. Neste pressuposto, durante nove meses foi feita uma aproximação às caraterísticas do país, através de experiências profissionais na formação contínua de professores e da observação experiencial da realidade timorense, onde foram percebidas as dificuldades e desafios da educação em geral e da formação de professores em particular. Após este reconhecimento e face à identificação da necessidade de formar professores responsáveis e pró-ativos considerando o meio onde se inserem e com uma predisposição para a mudança na abordagem do ensino de EF, percebeu-se a pertinência de realizar um estudo piloto na formação inicial de professores com base no modelo TPSR. Posteriormente, após 15 meses de realização do estudo piloto, com aplicação do TPSR, estavam reunidas as condições para enquadrar o presente estudo e comparar o uso de estratégias de ensino da responsabilidade pessoal e social, assim como os comportamentos dos professores e dos alunos em aulas de EF do 1º e 2º ciclo do ensino básico, comparando professores que tinham participado no TPSR durante a sua formação inicial com aqueles que não tinham tido essa oportunidade.

#### **METODOLOGIA**

#### CONTEXTO DO ESTUDO

O estudo piloto realizou-se em Timor-Leste e teve duas fases. A primeira consistiu na aplicação do TPSR (Hellison, 2011) nas diferentes unidades curriculares das disciplinas de Expressão Motora e Ensino da Educação Física e Metodologia do Ensino da Educação Física I e II, do curso de Formação de Professores do 1º e 2º Ciclo do Ensino Básico, no município de Baucau. Esta fase durou 18 meses e decorreu entre julho de 2013 e dezembro de 2014. A segunda fase realizou-se 15 meses após a primeira. Durante este espaço-tempo de interregno os alunos não tiveram qualquer contato com o TPSR, dado que, por mudanças político-pedagógicas associadas ao curso, foram transferidos do Instituto Nacional de Formação de

Docentes e Profissionais da Educação (INFORDEPE) para a Universidade Nacional de Timor Lorosa'e (UNTL). Assim, a segunda fase do estudo piloto teve o seu início em abril de 2016 e término em agosto de 2016, tendo incluído a observação e análise, mediante critérios previamente definidos, das estratégias de ensino de responsabilidade pessoal e social implementadas por professores timorenses com e sem participação prévia no TPSR.

#### **PARTICIPANTES**

As decisões acerca da amostra foram tomadas de acordo com o propósito do nosso estudo (Patton, 2015). Os critérios para definir o GE incluíam: (a) participação anterior no PFICP e no programa de intervenção baseado no modelo TPSR, (b) realização do protocolo completo, abrangendo três entrevistas (durante a fase um do estudo piloto), e (c) terem sido observados com recurso ao *Tool for Assessing Responsibility-Based Education* (TARE) em contexto profissional. Para inclusão no GC, os professores tinham que: (a) ter participado no PFICP sem uma intervenção baseado no modelo TPSR, (b) ter sido observados com recurso ao TARE em contexto profissional e, (c) terem lecionado no mesmo tipo de escola e, sempre que possível, no mesmo o ano de escolaridade que os professores do GE.

Fizeram parte deste estudo 21 escolas de 11 municípios de Timor-Leste (Baucau, Liquiça, Same, Oecusse, Aileu, Manatuto, Díli, Suai, Viqueque, Los Palos e Ermera). Foram feitas observações no período entre abril e agosto de 2016 em dois tipos de escola: escola pública e centro de aprendizagem e formação escolar (CAFE). Este último, embora fosse também público apresentava como característica diferenciadora o facto de ser coordenado e lecionado por professores maioritariamente portugueses que seguiam o currículo timorense.

No total, participaram deste estudo 30 professores do  $1^{\circ}$  e  $2^{\circ}$  Ciclo do Ensino Básico (QUADRO 3) com uma média de idades de 27 anos (M=27, DP=1.87). Enquanto o GE compreendia 15 professores (11 mulheres e quatro homens) com experiência no TPSR, os 15 professores do GC (oito mulheres e sete homens) estavam inseridos no mesmo projeto de cooperação (i.e., PFICP) mas não participaram, durante a sua formação inicial, no modelo TPSR. As finalidades do estudo foram transmitidas de forma clara e objetiva a todos os participantes, sendo também veiculado que poderiam desistir a qualquer momento, sem qualquer penalização. Este estudo foi aprovado pelo comité de ética da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (Portugal).

GRUPO	TIPO DE ESCOLA	SEX0	n	
Experimental	CAFE	F	7	
	CAFE	М	1	
	Total CAFE	-	8	
	Pública	F	4	
	Pública	М	3	
	Total Pública	-	7	
	Total GE	-	15	
Controlo	CAFE	F	3	
	CAFE	М	5	
	Total CAFE	-	8	
	Pública	F	5	
	Pública	М	2	
	Total Pública	-	7	
	Total GE	-	15	

Legenda: CAFE – Centro Aprendizagem e Formação Escolar

#### O INSTRUMENTO: TOOL FOR ASSESSING RESPONSIBILITY-BASED EDUCATION (TARE)

O instrumento de observação utilizado, o TARE, foi desenvolvido por Wright e Craig (2011) com o objetivo de verificar a fidelização na implementação de estratégias de ensino da responsabilidade pessoal e social baseadas no TPSR (Wright & Craig, 2011). Apesar da sua criação relativamente recente, a utilização do TARE tem vindo a crescer, tendo já sido aplicado na formação contínua professores (Hemphill, 2015; Hemphill, Templin, & Wright, 2015; Lee & Choi, 2015; Richards & Gordon, 2016) e em contextos *afterschool* (Cryan & Martinek, 2017; Wright, 2012; Wright, Dyson, & Moten, 2012), de formação de treinadores (Wright, Jacobs, Ressler, & Jung, 2016), de terapia recreacional (Coulson, Irwin, & Wright, 2012) e na EF (Escartí et al., 2012; Escartí, Gutierrez, Pascual & Wright, 2013; Escartí, Wright, Pascual, & Gutiérrez, 2015). Além disso, já foi adaptado à cultura espanhola (Escartí et al., 2013; Escartí et al., 2015) e à portuguesa (Santos et al., no prelo). Neste contexto, considerando que toda a formação no PFICP foi ministrada em português, por docentes portugueses, bem como, o facto de os investigadores também serem portugueses, o presente estudo recorreu à versão portuguesa do TARE (Santos et al., no prelo).

O TARE encontra-se estruturado em três partes. A primeira parte refere-se a nove estratégias de ensino que devem ser observadas e registadas, minuto a minuto, durante a aula/ sessão: (a) promoção do modelo de respeito (MR) — o professor dá um exemplo de comunicação respeitosa, apropriada e incondicionalmente positiva, numa comunicação com todo o grupo ou individualmente, sem usar agressividade verbal, física ou psicológica e, ainda, sem nunca ridicularizar a opinião ou intervenção de cada aluno; (b) estabelecimento de

expectativas (EE) – o professor refere expectativas comportamentais explícitas no início da sessão, durante a conversa de consciencialização (QUADRO 2) ou durante aula, incentivando sempre o aluno a controlar o seu comportamento, ou a não se envolver em confusões durante os jogos (estas expectativas relacionam-se com o treino de habilidades, com práticas de segurança, ou com regras e procedimentos ou de etiqueta, como não perder a paciência/ controlo no jogo); (c) promoção de oportunidades de sucesso (OS) – o professor estrutura a aula de modo a que todos os alunos tenham oportunidade de participar com sucesso e serem incluídos, independentemente das diferenças individuais que os caracterizam (no contexto específico de Timor-Leste, considerou-se uma estratégia de oportunidade de sucesso sempre que alunos de ambos os géneros, mesmo que separados por um intervalo de espera na execução dos exercícios, tivessem oportunidade de realizar o exercício com sucesso durante a sessão prática); (d) estimulação da interação social (IS) – o professor programa as atividades de forma a promover uma interação social positiva entre os alunos através da cooperação, do trabalho em equipa, ou da resolução de problemas e de conflitos; (e) atribuição de tarefas (AT) — o professor atribui responsabilidades ou tarefas específicas aos alunos para facilitar a organização do modelo ou de uma atividade específica (e.g., montagem de equipamentos, sinalização de presenças, formação das equipas, registos ou arbitragem de jogos; (f) promoção da liderança (PL) - o professor proporciona oportunidades para que os alunos liderem um grupo de colegas (e.g., treinar uma equipa, demonstrar um exercício para a turma); (g) promoção de escolhas e dar voz (EV) — o professor proporciona momentos para que os alunos tenham voz ativa em todas as sessões; para isso, em qualquer momento da sessão o professor envolve os alunos em discussões de grupo, sugestões, partilhas de opinião, votações, escolhas individuais e/ ou em grupo; (h) promoção da avaliação (PA) – o professor permite que os alunos tenham um papel ativo na avaliação, a qual assume a forma de auto e/ ou heteroavaliação, relacionada com o desenvolvimento de habilidades, comportamentos e atitudes dos alunos, e envolvendo o estabelecimento de objetivos numa negociação entre professor e o aluno; (i) promoção da transferência (PT) - o professor conversa com os alunos sobre a possibilidade de transferirem e aplicarem o que foi aprendido nas sessões em outros contextos e ambientes para além da sessão. Aqui, o professor inclui aspetos como a importância de manter o autocontrolo para evitar uma discussão depois da escola, ou o interesse no estabelecimento de metas para alcançar o que se pretende, no desporto e na vida.

A parte II do instrumento TARE visa registar, no final da sessão, uma apreciação global dos comportamentos do professor em relação aos temas chave do TPSR. Este registo é feito numa escala Likert (0 = nunca, 1 = raramente, 2 = ocasionalmente, 3 = frequentemente e 4 = extensivamente), considerando os temas 'integração' (onde a aprendizagem do conteúdo da atividade física não é separada das aprendizagens de responsabilidade pes-

soal e social), 'transferência' (os estudantes demonstram ser responsáveis no âmbito da sessão e em outros contextos, como a escola, o contextos extracurricular ou a comunidade), *empowerment* (o professor concede responsabilidade aos estudantes e estes aprendem a reconhecer e a atuar sobre a liberdade e a autodeterminação que têm sobre muitos resultados da sua vida), 'relação professor-aluno' (considerada a componente principal do TPSR, inclui interações baseadas nas relações pessoais, na construção de experiências, na honestidade, na verdade e na comunicação entre professor e o aluno).

A terceira e última parte do TARE destina-se a registar, no final da sessão, uma apreciação global dos comportamentos de responsabilidade e interações dos alunos. O registo é feito numa escala *Likert* (0 = muito fraco, 1 = fraco, 2 = moderado, 3 = forte e 4 = muito forte) para os comportamentos de 'autocontrolo' (onde os alunos, de uma forma geral, não se agridem uns aos outros [verbal ou fisicamente]) e conseguem resolver os conflitos de uma forma pacífica), a 'participação' (ao longo da sessão, os alunos tentam sempre fazer os exercícios até ao fim, assumindo os papeis que lhes são sugeridos), o 'esforço' (os alunos demonstram vontade em dar o máximo nas atividades propostas e concentram-se em melhorar), a 'autonomia' (os alunos permanecem nos exercícios ou tarefas sem a supervisão do professor, rejeitando influências de maus comportamentos ou pressões dos pares) e 'ajuda aos outros' (durante a sessão, os alunos ajudam e encorajam os colegas dando feedbacks positivos).

#### TREINO DE OBSERVADORES COM O TARE

No treino de observadores com o TARE, realizado propositadamente para este estudo, utilizou-se, como foi referido anteriormente, a versão portuguesa deste instrumento (Santos et al., no prelo). Nesta aplicação seguiu-se o protocolo utilizado em outros estudos (Barrero, 2017; Hemphill, 2015; Hemphill et al., 2015; Wright & Craig, 2011), o qual envolveu uma explicação e clarificação acerca das nove estratégias que compõem a primeira parte do TARE. Todo o protocolo de preenchimento decorreu num espaço temporal de minuto a minuto. A explicação e clarificação dos conteúdos foram ajustadas e adaptadas ao contexto e à realidade de Timor-Leste.

Uma equipa de quatro observadores visualizou o vídeo de duas aulas de EF completas, lecionadas no mesmo contexto do estudo, com paragens periódicas para discussão das observações. A discussão das observações visou a uniformização das estratégias de acordo com o contexto. Quando os observadores já estavam confortáveis com o instrumento, foi realizada uma sessão prática de codificação. No total visualizaram-se seis vídeos de aulas de EF por dois observadores, os quais, de forma independente, codificaram as três partes do instrumento para definirem a fiabilidade intra e interobservadores (QUADRO 4).

#### FIABILIDADE

Os benchmarks para um nível aceitável de confiabilidade intra e inter observadores são alvo de opiniões variadas (Skalski, Neuendorf, & Cajigas, 2017), permanecendo os critérios estatísticos para cada variável um debate em aberto. Com efeito, não há um padrão único para as estatísticas que devem ser empregadas ou para o valor crítico que deve ser alcançado para uma determinada estatística (Krippendorff, 2013; Neuendorf, 2009). Neste contexto, a estatística Kappa foi considerada como uma opção para analisar os dados da parte I do TARE (intervalos de classificação), uma vez que este instrumento decorre de um sistema de codificação binário (observado vs. não observado). Contudo, esta codificação evidenciou-se como inapropriada para este estudo porque na estatística Kappa, perante um acordo completo (100%) para alguns indicadores, o indicador Kappa é não confiável (Wright & Craig, 2011). A fiabilidade intra e inter observadores foi então avaliada pelo cálculo da percentagem de concordância entre observações independentes que, tal como no estudo original do TARE (Wright & Craig, 2011), seguiu o exemplo de várias ferramentas de observação bem estabelecidas que usaram classificações por intervalo. Para a fiabilidade inter observador foi necessário proceder à visualização de 20% da amostra total, o que representou, para o nosso estudo, uma visualização de seis vídeos num total de 30 observações (Neuendorf, 2017). O mínimo standard de 80% para a fiabilidade interobservadores foi atingido e reportado em percentagem, de acordo com as observações sistemáticas (QUADRO 4). A fiabilidade intraobservadores foi calculada por dois observadores independentes com a visualização repetida do mesmo vídeo após uma semana.

Quadro 4. Fiabilidade inter e intraobservadores para as estratégias das observações sistemáticas

		INTRAOBSE	RVADOR (%)					
	V. 1	V. 2	V. 3	V. 4	V. 5	V. 6	0.1	0.2
MR	100	94.3	100	91.1	100	100	100	83.7
EE	83.7	100	100	82.4	83.3	92.2	94.4	77.6
os	89.8	83	83.3	94.1	91.7	88.2	95.8	87.8
IS	91.8	84.9	100	100	97.2	100	95.8	89.8
AT	98	94.3	100	91.2	86.1	100	100	100
PL	100	100	100	100	100	100	97.2	100
EV	100	96.2	100	97.1	100	100	98.6	100
PA	87.8	100	100	92.2	88.9	100	98.6	87.8
PT	100	100	100	100	100	100	98.6	100

Legenda: V. 1-Vídeo 1; O. 1-Observador 1; O. 2-Observador 2

Para as secções II e III do instrumento, onde foi utilizada uma escala de *Likert*, procurou-se verificar se os diferentes observadores foram ou não consistentes (em vez do valor exato de acordo ou desacordo) (Uebersax, 1992, citado por Hemphill, Templin, & Wright, 2015). Neste caso, a percentagem de acordo é reportada dentro da escala de *Likert* com a margem de um ponto da respetiva escala (QUADRO 5).

QUADRO 5. Percentagem de acordo inter e intraobservador para os temas do TPSR e para a responsabilidade dos estudantes das observações sistemáticas.

	INTEROBSERVADOR(%) INTRAOBSERVADOR (%)															
		INTEROBSERVADOR(%)								INI	RAOBS	ERVAL	OR (%)			
	Víde	o 1	Vídeo	2	Vídeo	3	Víde	Vídeo 4 Vídeo 5		Vídeo 6						
	0.1	0. 2	0.1	0. 2	0.1	0. 2	0.1	0. 2	0. 2	0.1	0. 2	0.1	0.1	0.1	0. 2	0. 2
Parte II																
integração	1	1	2	1	0	0	0	1	2	1	1	0	2	1	1	2
transferência	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
empowerment	2	1	2	1	0	0	2	3	2	1	1	0	3	3	1	2
rel.prof-aluno	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Parte III																
autocontrolo	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	2	3
participação	3	3	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
esforço	3	4	4	4	3	2	3	4	3	4	3	4	2	3	4	4
autonomia	0	1	3	1	0	1	2	1	2	0	2	1	3	3	1	2
ajuda aos outro	<b>s</b> 3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2

O. 1 - Observador 1; O. 2 - Observador 2

#### PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Observação - as 30 aulas de EF foram gravadas em *vídeo*, num contexto profissional e natural dos docentes, para posterior análise. Refira-se que a pesquisa observacional é uma técnica descritiva em que os comportamentos são observados no seu ambiente natural, como a sala de aula ou o ambiente de jogo (Thomas, Nelson, & Silverman, 2015).

TARE - o procedimento estatístico utilizado incluiu medidas de tendência central (i.e., média). Para analisar as diferenças na implementação de estratégias de responsabilidade pessoal e social entre grupos recorreu-se à ANOVA *two-way* multivariada (Maroco, 2011); como variáveis dependentes foram consideradas as nove estratégias (promoção do modelo de respeito, estabelecimento de expectativas, promoção de oportunidades de sucesso, promoção da interação social, atribuição de tarefas, promoção da liderança, promoção de escolhas e dar voz, promoção da avaliação e da transferência) e como fatores foram considerados as variáveis "grupo" (GE e GC) e "tipo de escola" (pública e CAFE). Não foi incluído o fator sexo devido à disparidade da dimensão amostral neste fator (QUADRO 3).

Para analisar a implementação das estratégias de responsabilidade pessoal e social durante as aulas recorreu-se à percentagem, utilizada pelos próprios autores do instrumento TARE (Wright & Craig, 2011), uma vez que o tempo de aula não foi igual para todos os professores havendo mesmo resultados muito díspares (e.g. tempo de aula de 23 min e de 72 min). As análises estatísticas foram executadas com o *software* SPSS *Statistic* (v. 25, IBM SPSS, Chicago, IL). Consideraram-se estatisticamente significativos os efeitos cujo *p value* foi inferior ou igual a .05.

Notas de campo – as notas de campo foram recolhidas durante as observações (Patton, 2015), assim como, em forma de diário de bordo, em todos os municípios visitados.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente estudo procurou perceber se professores com experiência no TPSR implementaram as estratégias pedagógicas relacionadas com o ensino da responsabilidade pessoal e social 15 meses após terem sido alvo da aplicação do modelo. Adicionalmente, analisaram-se e compararam-se as estratégias de responsabilidade pessoal e social utilizadas por diferentes grupos de professores timorenses.

Os resultados evidenciaram que, após 15 meses, os professores do GE revelaram uma forte ligação ao TPSR, tendo implementado, durante a aula de EF, as nove estratégias inseridas na parte I do TARE (e.g., promove o modelo de respeito, estabelece expectativas, proporciona oportunidades de sucesso, estimula a interação social, atribui tarefas, promove liderança, dá escolha e voz, promove a avaliação e promove a transferência), tendo o mesmo sido verificado em outros estudos (Coulson et al., 2012; Escartí et al., 2013, 2015; Wright, 2012).

No que respeita especificamente às variáveis em estudo, realce-se que o "tipo de escola" poderia, *a priori*, influenciar a implementação de estratégias por parte dos professores que lecionaram no CAFE; com efeito, esta era uma escola em que os professores timorenses de ambos os grupos (i.e., GE e GC) lecionaram em parceria pedagógica com professores portugueses, ao invés das escolas públicas em que não possuíam qualquer contato com professores portugueses. Todavia, não foi observado um efeito multivariado estatisticamente significativo no GE entre a escola CAFE e a escola pública (*Wilks's lambda* = .45 F[9, 5] = .69, p = .71,  $partial\ eta\ squared$  = .55, poder do teste = .13). De igual forma, a análise dos efeitos univariados sugeriu que no GE não existiam diferenças estatisticamente significativas entre os dois tipos de escolas, em todas as estratégias. O mesmo aconteceu no GC, em que não foi observado um efeito multivariado estatisticamente significativo entre a escola CAFE e a escola pública (*Wilks's lambda* = .33 F[7, 7] = 2.05, p = .19,  $partial\ eta\ squared$  = .67, poder

do teste = .34). Na análise dos efeitos univariados não se encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os dois tipos de escolas em todas estratégias. Estes resultados permitem concluir que o tipo de escola não influenciou a implementação de estratégias de ensino de responsabilidade, por parte dos professores, em ambos os grupos.

Relativamente à diferença entre grupos na implementação das estratégias, e uma vez controlado o efeito do tipo de escola em ambos os grupos, não foi observado um efeito multivariado estatisticamente significativo em ambos os grupos (Wilks's lambda = 4.84, F[9, 20]= 2.37, p = .05, partial eta squared = .52); refira-se que apesar de o poder do teste (= .76) ter sido ligeiramente abaixo do recomendado (.80) (Corte-Real et al., 2016) não estamos perante um erro do tipo II, pelo que estes resultados se entendem como fidedignos. Por outro lado, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o GE e o GC na análise de efeitos univariado nas estratégias 'atribuição de tarefas' e 'promoção da avaliação' sendo essas diferenças, em média, 14.6% superiores no GE quando comparado com o GC na 'atribuição de tarefas' e 6.81% superiores na 'promoção da avaliação' (QUADRO 5). Estes dados foram corroborados pelo diário de bordo, como é possível comprovar nos seguintes excertos: "os professores do GE atribuíram, várias vezes, tarefas aos alunos" ('atribuição de tarefas', diário de bordo, Manatuto, 2016); "Os professores do GE atribuíram tarefas aos seus alunos de montagem de material e estes ajudavam o professor em alguns momentos da aula" (diário de bordo); "a professora do GE sentou-se em círculo e perguntou a opinião dos alunos sobre os comportamento" ('promoção da avaliação', diário de bordo, Viqueque, 2016).

As restantes estratégias foram também implementadas em maior percentagem pelo GE do que pelo GC, embora as diferenças não fossem estatisticamente significativas (Quadro 5). A estratégia com uma maior percentagem de utilização em ambos os grupos foi a 'promoção do modelo de respeito", com 99.7% e 97.3% (para o GE e GC, respetivamente), sendo referido que "os professores tocam e falam com carinho para as crianças" (diário de bordo, Aileu, 2016). O mesmo foi reportado por outros estudos em contexto de EF (Escartí et al., 2013;; Hemphill, 2015).

A estratégia "promoção de oportunidades de sucesso" foi a segunda com maior percentagem de utilização (51%). O facto dos professores de ambos os grupos separarem frequentemente os alunos por género, fazendo com que um dos géneros aguardasse inativos pela sua vez, contribuiu para esta baixa percentagem (e.g., "enquanto os rapazes executavam os exercícios, as raparigas esperavam sentadas"; diário de bordo, Manatuto, 2016).

Os valores mais baixos, nomeadamente, nas estratégias de "promoção da transferência", "promoção de escolhas e dar voz" e "promoção da liderança" obtiveram percentagens de utilização de 1%, 2.5%, e 2.9%, respetivamente. Estas estratégias também foram reportadas como as menos utilizadas em outros estudos (Escartí et al., 2012, 2013).

QUADRO 5. Diferenças entre grupos GE e o GC na implementação estratégias para o ensino de responsabilidade (TARE, parte I)

ESTRATÉ- GIAS	GRUPO	MÉDIA (%)	DIFERENÇA DE MÉDIAS (GE-GC)	SE	df	F	Sig	Partial Eta Squared	PODER OBSER- VADO	95% IC A DIFE	
	Experimental	99.7	2.39	2.01	1	1.41	.244	.048	.21	-1.72	6.49
MR	Controlo	97.3	-2.39	2.01	28		.244			-6.49	1.72
EE	Experimental	3.5	2.39	1.55	1	2.39	.134	.079	.32	-0.78	5.56
	Controlo	1.1	-2.39	1.55	28		.134			-5.56	0.78
	Experimental	51.3	7.53	9.88	1	0.58	.452	.020	.11	-12.69	27.76
OS	Controlo	43.8	-7.53	9.88	28		.452			-27.76	12.69
	Experimental	26.2	15.80	9.78	1	2.61	.118	.085	.35	-4.24	35.84
IS	Controlo	10.4	-15.80	9.78	28		.118			-35.84	4.24
	Experimental	17.1	14.55	6.72	1	4.69	.039	.144	.56	0.79	28.31
AT	Controlo	2.62	-14.55	6.72	28		.039			-28.31	-0.79
	Experimental	2.9	1.30	2.42	1	0.29	.595	.010	.08	-3.64	6.24
PL	Controlo	1.6	-1.30	2.42	28		.595			-6.24	3.64
	Experimental	2.5	1.69	1.71	1	0.99	.330	.034	.16	-1.80	5.18
EV	Controlo	0.8	-1.69	1.71	28		.330			-5.18	1.80
	Experimental	6.8	6.81	1.95	1	12.27	.002	.305	.92	2.82	10.79
PA	Controlo	0.0	-6.81	1.95	28		.002			-10.79	-2.82
	Experimental	0.09	0.09	0.09	1	1.00	.326	.034	.16	-0.09	0.28
PT	Controlo	0.0	-0.09	0.09	28		.326			-0.28	0.09

#### COMPORTAMENTO DOS PROFESSORES

Quando comparada a apreciação global dos comportamentos do professor (parte II do TARE) entre grupos, foi observado um efeito multivariado estatisticamente significativo ( $Wilks's\ lambda = .462\ F[4, .25] = 7.27, p = .001,\ partial\ eta\ squared = .54,\ poder\ do\ teste = .99$ ). Pela análise dos efeitos univariados, verificou-se que existiam diferenças estatis-

ticamente significativas entre o GE e o GC quanto aos temas 'integração', 'transferência' e 'empowerment'. Na 'integração' verificou-se uma maior evidência de utilização pelo GE [F(1, 30) = 26.42, p < .001, partial et a squared = .49, poder do teste = .99]. Por sua vez, a'transferência' [F(1, 30) = 5.09, p = .03, partial et a squared = .15, poder do teste = .59] foi otema menos utilizado pelos professores do GE e nunca foi usado pelos professores do GC. Outros estudos também reportaram que a transferência foi um dos temas menos utilizado pelos docentes (Cryan & Martinek, 2017; Escartí et al., 2013; Richards & Gordon, 2016). O tema 'empowerment' [F(1, 30) = 6.40, p = .08, partial et a squared = .17, poder do teste= .69] também revelou diferenças entre o GE e o GC, sendo mais evidente a sua utilização por parte dos primeiros. Por sua vez, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na apreciação global do professor entre grupos no tema 'relação professor-aluno' [F(1,30) = 2.58, p = .120, partial et a squared = .08, poder do teste = .34]. São necessários mais estudos que permitam compreender a ausência de diferenças, nesta variável, entre o GE e o GC. Note-se que ambos os grupos fizeram a sua formação no PFICP com docentes portugueses que, por norma, estabelecem relações mais próximas com os alunos do que professores timorenses, estes tendem a ser mais autoritários demonstrando, por vezes, uma relação mais distante entre professor-aluno, isto significa, o facto de não haver diferenças estatisticamente significativas no ponto de relações professor-aluno entre os GE e GC, em que o TPSR não terá influenciado.

#### COMPORTAMENTO DOS ALUNOS

Em suma, o comportamento dos alunos parece não ter interferido na implementação das estratégias de ensino da responsabilidade por parte dos professores do GE e do GC. Recomenda-se que sejam observadas mais do que uma aula para se tentar perceber as razões que levam a esta não diferença no comportamento dos alunos entre o GE e o GC, já que, no presente estudo, a análise foi efetuada a partir de uma opinião geral do comportamento dos alunos no final da sessão, sendo este número, por vezes, muito elevado. Ainda assim, o valor mais baixo foi atribuído à autonomia, tal como no estudo (Richards & Gordon,

2016). Além disso, futuramente, seria importante fazer o *follow-up* desta intervenção e/ ou introduzir programas de desenvolvimento profissional (formação contínua) baseados no TPSR, tal como mencionado em outros estudos (Hemphill, 2015; Hemphill et al., 2015; Lee & Choi, 2015).

#### CONCLUSÕES E DIREÇÕES FUTURAS

No presente estudo, os professores com experiências de aprendizagem inseridas no programa de intervenção baseado no TPSR implementaram todas as estratégias para o ensino da responsabilidade pessoal e social nas suas aulas de EF, apesar de algum tempo sem contato com o modelo. Por um lado, foram encontradas diferenças significativas na implementação das estratégias relacionadas com a atribuição de tarefas e com a promoção da avaliação mais utilizadas pelos sujeitos do GE do que pelos do GC. Quanto à apreciação global dos comportamentos do professor, pode realçar-se as diferenças estatisticamente significativas nos resultados do GE ao nível da integração, transferência e empowerment. Todavia, o mesmo não se verificou nos comportamentos e interações dos alunos na apreciação global, o que sugere a necessidade de mais observações para perceber as razões que conduziram a tais resultados. Em suma, os resultados do presente estudo revelaram, relativamente à aplicação do TPSR na formação de professores do 1º e do 2º ciclo básico (fase I do estudo piloto) em Timor-Leste, uma maior e mais significativa utilização das estratégias para o ensino de responsabilidade pessoal e social por parte dos professores com experiência no TPSR (e.g., "poderá ser um pequeno passo na história do ensino da EF, mas já é visível!"; diário de bordo, Aileu, 2016).

Por outro lado, o presente estudo trouxe também orientações e direções, nomeadamente das estratégias que devem ser mais desenvolvidas, entre as quais se incluem a "promoção da transferência", "promoção de escolhas e dar voz" e "promoção da liderança" em futuras investigações e intervenções baseadas no modelo TPSR.

Ao nível da investigação, um ponto a considerar será a observação de cada professor pelo menos duas vezes, no sentido de lhes poder ser dado *feedback* da sua aula e a oportunidade de alterar e/ ou melhorar o desenvolvimento das estratégias para o ensino de responsabilidade pessoal e social. Este procedimento poderá também permitir verificar a consistência dos comportamentos do professor face aos temas do TPSR e a sua relação com os comportamentos dos alunos. Tal como reportado em outros estudos (Hemphill et al., 2015; Richards & Gordon, 2016) poder-se-ão inserir, em investigações futuras, programas de desenvolvimento profissional contínuo que incluam o TPSR. Por último, não obstante os resultados do presente estudo apresentarem bons contributos para o ensino da EF em Timor-Leste, entende-se a importância de mais estudos com metodologias quantitativas

ou mistas que avaliem a implementação e a evolução dos programas de intervenção baseados no TPSR de uma forma holística, reportando, se necessário, uma compilação de estudos (Escartí et al., 2012) contribuindo, desta forma, para um aumento e aprofundamento da literatura neste tema.

#### **REFERÊNCIAS**

Barrero, J. (2017). Diseño y efecto de un programa basado en el fomento de la responsabilidad sobre la motivación y sus consecuencias en jóvenes escolares de educación física (Tese de doutoramento não publicada). Universidad de Murcia, Espanha.

Bonito, J., Rebelo, D., Morgado, M., Gomes, C., Coelho, C., Andrade, A., & Marques, L. (2014). Contributos da reforma curricular em Timor-Leste para a literacia do cidadão em ciências da terra. *Terrae Didatica*, 10(3), 436-454.

Corte-Real, N., Dias, C., Regueiras, L., & Fonseca, A. (Eds.). (2016). Do desenvolvimento positivo ao modelo de responsabilidade pessoal e social através do desporto: Entre a teoria e a prática. Porto, Portugal: Centro de Investigação Formação Inovação e Intervenção em Desporto.

Costa, H. (2015). Avaliação dos professores sobre os programas educacionais do governo de Timor-Leste para o ensino pré-secundário nos sub-distritos de Same e Alas. Comunicação aoresentada à 1ª Conferência Internacional: A produção do conhecimento científico em Timor-Leste, Díli, Timor-Leste.

Coulson, C., Irwin, C., & Wright, P. (2012). Applying Hellison's responsibility model in a youth residential treatment facility: A pratical inquiry project. Ágora para la Educatión FÍsica y el Deporte, 14(1), 38-54.

Cryan, M., & Martinek, T. (2017). Youth sport development through soccer: An evaluation of an after-school program using the TPSR model. *The Physical Educator*, 74(1), 127-149. doi:10.18666/tpe-2017-v74-i1-6901

Escartí, A., Gutiérrez, M., Pascual, C., & Wright, P. (2013). Observación de las estrategias que emplean los profesores de educación física para enseñar responsabilidad personal y social. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(1), 159-166.

Escartí, A., Pascual, C., & Gutierrez, M. (2005). Responsabilidad personal y social a través de la educación física y el deporte. Barcelona, España: Graó.

Escartí, A., Pascual, C., Gutiérrez, M., Marín, D., Martínez, M., & Tarín, S. (2012). Applying the teaching personal and social responsibility model (TPSR) in spanish schools context: Lesson learned. Ágora para la EF y el Deporte, 14(2), 178-196.

Escartí, A., Wright, P., Pascual, C. & Gutiérrez, M. (2015). Tool for assessing responsibility-based education (TARE) 2.0: instrument revisions, inter-rater reliability, and correlations between observed teaching strategies and student behaviors. *Universal Journal of Psychology*, 3(2), 55-63. doi:10.13189/ujp.2015.030205

Hellison, D. (1978). *Beyond balls and bats: Alienated (and other) youth in the gym.* Washington, DC, USA: American Alliance for Health, Psysical Education, Recreation and Dance.

Hellison, D. (2003). *Teaching responsibility through physical activity* (2<sup>nd</sup> ed.). University of Illinois at Chicago, IL: Human Kinetics.

Hellison, D. (2011). *Teaching personal and social responsibility through physical activity* (3<sup>rd</sup> ed.): Human Kinetics.

Hellison, D., & Martinek, T. (2006). Social and individual responsibility programs. In D. Kirk, M. O'Sullivan, & D. Macdonald (Eds.), *Handbook of research in physical education* (pp. 610-626). London, UK: Sage.

Hellison, D., & Templin, T. (1991). *A reflective approach to teaching physical education*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Hemphill, M. (2015). Inhibitors to responsibility-based professional development with in-service teachers. *The Physical Educator*, 72, 288-306.

Hemphill, M., Templin, T., & Wright, P. (2015). Implementation and outcomes of a responsibility-based continuing professional development protocol in physical education. *Sport, Education and Society, 20*(3), 398-419. doi:10.1080/13573322.2012.761966

Instituto Nacional de Estatística. (2013). *Estatísticas da CPLP 2012*. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Krippendorff, K. (2013). *Content analysis: An introduction to its methodology* (3<sup>rd</sup> ed.). Los Angeles, CA: Sage.

Lee, O., & Choi, E. (2015). The influence of professional development on teachers' implementation of the teaching personal and social responsibility model. *Journal of Teaching in Physical Education*, 34(4), 603-625. doi:10.1123/jtpe.2013-0223

Maroco, J. (2011). Análise estatística com o SPSS statisc (5° ed.). Pêro Pinheiro, Portugal: Report Number.

Metzler, M. (2011). Instruction models for physical education (3<sup>rd</sup> ed.). Scottsdale, AZ, USA: Holcomb Hathaway.

Ministério Educação Timor-Leste [METL]. (2011). Plano estratégico do desenvolvimento 2011-2030. Díli.

Neuendorf, K. (2009). Reliability for content analysis. In A. Jordan, D. Kunkel, J. Manganello, & M. Fishbein (Eds.), Media mesages and public health: A decisions approach to content analysis (pp. 66-87). New York, NY, USA: Routlege.

Neuendorf, K. (2017). *The content analysis guidebook* (2<sup>nd</sup> ed.). Los Angeles, CA, USA: SAGE.

Oliveira, A., & Pires, A. (2015). Formação contínua em Timor-Leste no contexto do ESG: O projeto de formação inicial e contínua de professores (PFICP). *Indagatio Didactica - Universidade de Aveiro, 7*(2), 6-28.

Patton, M. (2015). *Qualitative research and evaluation methods* (4<sup>th</sup> ed.). Thousand Oaks, CA, USA: Sage.

Richards, K. A., & Gordon, B. (2016). Socialisation and learning to teach using the teaching personal and social responsibility approach. *Asia-Pacific Journal of Health, Sport and Physical Education*, 8(1), 19-38. doi: 10.1080/18377122.2016.1272424

Robinson, G. (2010). If you leave us here, we will die: How genocide was stopped in East Timor. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press.

Santos, F., Corte-Real, N., Regueiras, L., Wright, P., Dias, C., & Fonseca, A. (no prelo). Tool for assessing responsibility-based education (TARE) in the portuguese context: Instrument adaptation and reliability assessment. Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte.

Skalski, P., Neuendorf, K., & Cajigas, J. (2017). Content analysis in the interactive media age. In K. Neuendorf (Ed.), *The content analysis guidebook* (2<sup>nd</sup> ed.): Los Angeles, CA, USA: Sage.

The World Bank [TWB]. (2004). Timor-Leste: Education since independence from reconstruction to sustainable improvement. *Report No. 29784-TP.* Human Development Sector Unit East Asia and Pacific Region, The World Bank. Available at <a href="http://documents.worldbank.org/curated/pt/511861468761067305/Timor-Leste-Education-since-independence-from-reconstruction-to-sustainable-improvement">http://documents.worldbank.org/curated/pt/511861468761067305/Timor-Leste-Education-since-independence-from-reconstruction-to-sustainable-improvement</a>

Thomas, J., Nelson, J., & Silverman, S. (2015). *Resear-ch methods in physical activity* (7<sup>th</sup> ed.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.

United Nations Development Programme [UNDP]. (2014). Assessment of development results of Timor-Leste. Available at https://read.un-ilibrary.org/economic-and-social-development/assessment-of-development-results-timor-leste\_0efc57d0-en#page4 Watson, D., & Clocksin, B. (2013). Using physical activity and sport to teach personal and social responsibility. Chmpaign, IL, USA: Human Kinetics.

Wright, P. (2012). Offering a TPSR physical activity club to adolescent boys labeled "at risk" in partnership with a community-based youth serving program. Ágora para la EF y el Deporte, 14(2), 94-114.

Wright, P., & Craig, M. (2011). Tool for Assessing Responsibility-Based Education (TARE): Instrument development, content validity, and inter-rater reliability. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 15(3), 204-219. doi:10.1080/1091367x.2011.590084 Wright, P., Dyson, B., & Moten, T. (2012). Exploring the individualized experiences of participants in a responsibility-based youth development program. Ágora para la EF y el Deporte, 14(2), 248-263.

Wright, P., Jacobs, J., Ressler, J., & Jung, J. (2016). Teaching for transformative educational experience in a sport for development program. *Sport, Education, and Society, 21*(4), 531-548. doi:10.1080/13573322. 2016.1142433

AUTORES:

Amanda Batista <sup>1</sup>

Rui Garganta <sup>1</sup>

Lurdes Ávila-Carvalho <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigação, Formação e Inovação e Intervenção no Desporto (CIFI2D), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Portugal.

https://doi.org/10.5628/rpcd.18.03.82

### Estrutura do conteúdo dos exercícios de competição das ginastas portuguesas de elite e ginastas finalistas das Taças do Mundo

#### PALAVRAS CHAVE:

Ginástica rítmica. Exercícios de competição. Elementos de dificuldade. Ginastas.

SUBMISSÃO: 16 de Julho de 2018 ACEITAÇÃO: 30 de Dezembro de 2018

#### **RESUMO**

O objetivo do estudo foi comparar a estrutura do conteúdo dos exercícios de competição de ginastas finalistas das Taças do Mundo de Lisboa (2013 e 2014) e ginastas portuguesas presentes em competição. A amostra contou com a participação de 21 ginastas finalistas e oito ginastas portuguesas. O conteúdo de 96 exercícios individuais de competição foi analisado de acordo com o Código de Pontuação 2013-2016. As ginastas finalistas e portuguesas apresentaram similar número e valor das dificuldades corporais de saltos e equilíbrios, assim como um número similar de rotações. No entanto, as ginastas finalistas mostraram maior número e valor de dificuldades corporais, valor total de dificuldades de rotações, número de voltas (graus de rotação) nos elementos de rotação, e número de dificuldades em série, múltiplas e mistas. Os grupos revelaram um número semelhante de passos de dança e elementos dinâmicos de rotação, mas as ginastas finalistas apresentaram maior número de elementos dos grupos técnicos fundamentais do aparelho durante os passos de dança, assim como maior número de rotações corporais, número total de critérios adicionais e número de critérios de rotação nos elementos dinâmicos de rotação. Além disso, as ginastas portuguesas apresentaram um número superior de elementos de maestrias em comparação às finalistas.

Content structure of the competition exercises of Portuguese elite gymnasts and World Cups finalists gymnasts

#### **ABSTRACT**

The aim of this study was to compare the content structure of competitive routines of finalists' gymnasts of the World Cups of Lisbon (2013 and 2014) and Portuguese gymnasts present in competition. The sample consisted of 21 finalists' gymnasts and eight Portuguese gymnasts. The content of 96 individual competitive routines was analyzed according to the Code of Points (2013-2016). The results showed that the finalists and Portuguese gymnasts presented similar number and value of the body difficulties of jumps and balances, as well as a similar number of body difficulties of rotations. However, the finalists' gymnasts presented a higher number and value of body difficulties, total value of rotation difficulties; number of turns (rotational degrees) in rotation elements, number of difficulties in series, multiple and mixed. The groups revealed a similar number of dance steps and dynamic rotation elements, however, the finalists' gymnasts presented a higher number of number of elements of the fundamental apparatus technical groups during the dance steps, as well as higher number of body rotations, total number of additional criteria and number of rotation criteria in the dynamic rotation elements. Furthermore, the Portuguese gymnasts presented a higher number of masteries elements in comparison to finalists' gymnasts.

#### **KEYWORDS:**

Rhythmic gymnastics. Competitive routines. Difficulty elements. Gymnasts.

#### INTRODUÇÃO

A ginástica rítmica (GR) é uma modalidade regulamentada pela Federação Internacional de Ginástica (FIG) através do código de pontuação, o qual orienta ginastas, treinadores e juízes na composição e avaliação dos exercícios de competição (Ávila-Carvalho, 2005). Este código é reelaborado e alterado a cada ciclo olímpico pelo Comité Técnico da FIG (Ávila-Carvalho, Palomero, & Lebre, 2010) e tende a elevar as exigências da modalidade (Oliveira, Lourenço, & Teixeira, 2004). O crescente desenvolvimento da GR deve-se sobretudo à evolução do código de pontuação através da maior valorização dos exercícios de competição (Sierra-Palmeiro, Fernández-Villarino, & Bobo-Arce, 2015).

Na especialidade de individual, os exercícios de competição são compostos por elementos de dificuldade caracterizados pela estreita ligação entre o movimento corporal e o aparelho. O código de pontuação apresenta uma grande variedade de elementos de dificuldade (Leandro, Ávila-Carvalho, Sierra-Palmeiro, & Bobo-Arce, 2016a), permitindo construir-se uma composição ímpar. No ciclo olímpico 2013-2016, o conteúdo dos exercícios de competição compreendia quatro diferentes elementos de dificuldade: dificuldades corporais, elementos de maestria, combinações de passos de dança e elementos dinâmicos com rotação e lançamento (FIG, 2012).

O código em vigor (2017-2020; FIG, 2016) apresentou algumas alterações em cada um dos elementos de dificuldade relativamente ao código anterior (2013-2016), embora as exigências da composição dos exercícios de competição individual não sejam genericamente diferentes. O valor de cada elemento de dificuldade varia de 0.10 a 1.50 pontos (ou mais), o que pode ser absolutamente determinante na pontuação final obtida em competição (Leandro, Ávila-Carvalho, Sierra-Palmeiro, & Bobo-Arce, 2016b). Assim, a inclusão de habilidades complexas torna-se essencial para uma ginasta alcançar uma elevada pontuação (Massidda & Calò, 2012).

Neste sentido, o controlo e monitorização do conteúdo técnico de exercícios de competição em GR é um fator fundamental na análise do desempenho nesta modalidade (Leandro et al., 2016a). No entanto, embora os elementos pré-definidos antes da competição não traduzam o sucesso real em competição (Arkaev & Suchilin, 2004), estas informações refletem as intenções e expectativas dos treinadores. Portanto, a informação quantitativa adquirida em análises do conteúdo dos exercícios permite compreender a direção e orientação do trabalho, verificar como são interpretados o código de pontuação e as estratégias de composição utilizadas pelos treinadores (Ávila-Carvalho, Klentrou, Palomero, & Lebre, 2012).

Além disso, este conhecimento pode apoiar o processo de treino, dado que, para determinar os modelos de treino, é importante conhecer as características dos exercícios de competição de ginastas de elevado nível, incluindo os detalhes acerca da especificidade de seus componentes (Ferreirinha, Carvalho, Côrte-Real, & Silva, 2011). Assim, os treinadores e coreógrafos podem utilizar estas informações técnicas e táticas para auxiliar

na criação de novas e promissoras composições (Ávila-Carvalho et al., 2012; Hökelmann, Liviotti, & Breitkreutz, 2013). O objetivo do presente estudo foi comparar a estrutura do conteúdo dos exercícios de competição de ginastas finalistas e portuguesas presentes em duas Taças do Mundo.

#### **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram estudadas 21 ginastas finalistas (1 a 8º lugar no ranking) e oito ginastas portuguesas (23 a 36º lugar no ranking) presentes nas Taças do Mundo de Lisboa (2013 e 2014). Foram analisados 64 exercícios de ginastas finalistas (32 exercícios de cada Taça do Mundo, correspondendo a oito exercícios por aparelho) e 32 exercícios de ginastas portuguesas (16 exercícios de cada Taça do Mundo, correspondendo a quatro exercícios por aparelho). As suas principais características físicas estão descritas no Quadro 1, sendo possível verificar que as ginastas portuguesas eram mais novas, pesadas e baixas que as ginastas finalistas.

O presente estudo foi aprovado pela organização das Taças do Mundo de Lisboa, tendo o conteúdo de 96 exercícios individuais de competição sido analisado de acordo com as regras do código de pontuação 2013-2016 (FIG, 2012) com base nas fichas de dificuldade submetidas previamente à competição e não avaliados pelos juízes. As informações contidas nas fichas de competição foram organizadas em duas bases de dados por dois juízes internacionais com mais de 10 anos experiência (erros de digitação ou de visualização dos dados foram previamente corrigidos através do *double-check* na entrada dos dados). As informações de idade, massa corporal e altura das ginastas foram retiradas do site da FIG (2014).

Para a análise estatística dos dados utilizou-se o *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 23.0), com um nível de significância de 5%. A estatística descritiva foi calculada recorrendo à média e ao desvio padrão, assim como aos valores mínimos e máximos. Dada a não normalidade da distribuição (observada pelo teste de normalidade Shapiro-Wilk), utilizou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney para comparar os grupos nas diferentes análises.

#### **RESULTDOS**

No quadro 1 pode-se observar que as ginastas finalistas revelaram um maior número de dificuldades corporais que as ginastas portuguesas, embora se verifique a presença de uma ginasta com um número de dificuldades corporais superior ao permitido e, provavelmente, penalizado pelos juízes. As ginastas finalistas também apresentaram um maior valor total de dificuldades corporais, assim um número significativamente superior em dificuldades em série, múltiplas e mistas que as ginastas portuguesas.

QUADRO 1: Dados das ginastas finalistas e ginastas portuguesas participantes nas Taças do Mundo Lisboa (2013 e 2014) — Idade, dimensões gerais e conteúdo dos exercícios de competição.

	FI	NALISTAS (n =	= 64)	PORTUGUESAS (n = 32)				
	Min	Max	Х	sd	Min	Max	Х	sd
Idade e Dimensões Gerais								
Idade (anos)*	16	24	18.7	2.1	16	20	17.1	1.4
Massa corporal (kg)*	43	54	48.7	3.7	44	55	50.5	3.4
Altura (cm)*	164	175	169.5	3.7	154	167	162.6	5.2
Dificuldades Corporais								
Número de DC*	8	10	9.0	0.2	8	9	8.8	0.4
Valor total de DC*	3.8	7.0	6.1	0.6	4.4	6.4	5.3	0.5
Número de saltos	1	4	2.7	0.7	2	4	2.7	0.7
Valor total de saltos	0.7	2.6	1.6	0.4	0.9	2.2	1.4	0.4
Número de equilíbrios	2	4	2.8	0.6	2	4	2.7	0.7
Valor total de equilíbrios	0.8	2.3	1.4	0.4	1.2	1.5	1.5	0.4
Número de rotações	2	5	3.5	0.8	2	4	3.4	0.6
Valor total de rotações*	1.0	4.4	3.0	0.8	1.2	3.2	2.3	0.6
Número de DC em série*	0	1	0.3	0.5	0	1	0.1	0.3
Número de DC múltiplas*	0	2	0.7	0.7	0	1	0.2	0.4
Número de DC mistas*	0	2	0.5	0.6	0	0	0.0	0.0
Número de DC com pré- acrobáticos*	0	2	0.6	0.7	0	3	0.9	0.7
Número de DC com ondas corporais*	0	5	0.9	1.2	0	2	0.4	0.8
Passos de Dança								
Número de Passos de Dança	1	5	2.5	0.9	1	4	2.4	0.9
Número de bases por Passos de Dança*	1	5.5	3.1	0.9	1.5	4.0	2.5	0.6

DER						
Número de rotações por DER*	2.3	4.3	3.3 0.4	2.3	4.0	2.9 0.4
Número total de critérios adicionais por DER*	2.0	6.0	3.7 0.9	1.3	5.3	3.2 0.9
Número de critérios de lançamento por DER	0	2.3	0.9 0.7	0	1.7	1.0 0.5
Número de critérios de rotação por DER*	0.3	3.0	1.6 0.7	0.3	2.7	1.2 0.5
Número de critérios de receção por DER	0	2.7	1.2 0.8	0	2.7	1.0 0.8
Maestrias						
Número de maestrias*	2	8	4.3 1.6	2	13	5.7 3.0
Número de maestrias com GTF*	0	8	2.1 1.9	0	9	3.9 2.8
Número de maestrias com GTNF	0	5	2.5 1.1	0	5	2.3 1.1

Legenda – x: média; sd: desvio padrão; GTF: grupos técnicos fundamentais do aparelho; GTNF: grupos técnicos não fundamentais do aparelho; DER: elementos dinâmicos de rotação e lançamento; \*p<0.05: diferenças estatisticamente significativas.

As ginastas portuguesas mostraram um número superior de dificuldades corporais combinadas com rotações corporais, enquanto as finalistas realizaram mais dificuldades corporais combinadas com ondas corporais. Assim, pelo menos uma dificuldade corporal com rotação corporal foi observada em 51.6% (4.7 e 95.3% em elementos de rotação e equilíbrio) e 75% (100% em elementos de equilíbrio) das ginastas finalistas e portuguesas (respetivamente). Além disso, 53.1% (29.5 e 70.5% em elementos de rotação e equilíbrio) e 25% (23.1 e 76.9% em elementos de rotação e equilíbrio respetivamente) das ginastas finalistas e portuguesas (respetivamente) apresentaram pelo menos uma dificuldade corporal com onda corporal. Em ambos os grupos, os equilíbrios foram os elementos mais utilizados em combinação com rotação e onda corporal, enquanto os saltos não foram utilizados em combinação com rotação ou onda corporal.

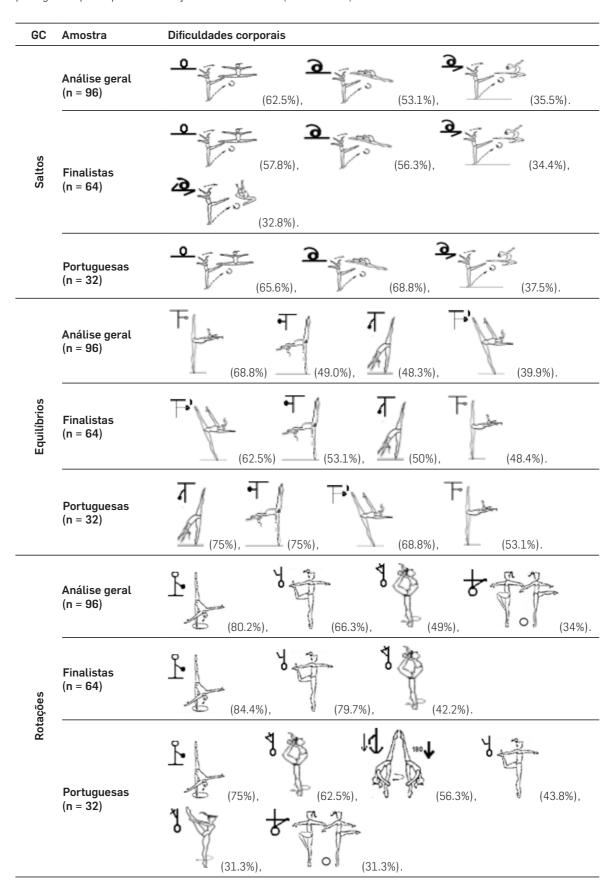
Os grupos estudados apresentaram um número similar de passos de dança e elementos dinâmicos de rotação e lançamento (QUADRO 1). Por outro lado, as finalistas revelaram um número superior de elementos dos grupos técnicos fundamentais do aparelho (bases) durante os passos de dança, assim como as incluíram uma maior pontuação final nos ele-

mentos dinâmicos. De acordo com o código de pontuação (FIG, 2012) os critérios associados a este elemento poderiam ser: número de rotações corporais, mudanças de eixo e/ou nível nas rotações corporais, assim como critérios de lançamento e receção.

As ginastas finalistas revelaram um número superior de rotações corporais, número total de critérios adicionais e número de critérios de rotação (mudança de eixo e/ou nível) nos elementos dinâmicos de rotação e lançamento. Além disso, também se verificou que ambas as ginastas finalistas e portuguesas realizaram dificuldades corporais durante a execução dos elementos dinâmicos de rotação e lançamento de 40.7% (3.7% e 96.3% em equilíbrio e salto) e 21.9% (100% em salto) dos exercícios de competição (respetivamente), apresentando pelo menos um elemento dinâmico realizado com dificuldade corporal.

No quadro 1 também se pode observar que as ginastas finalistas revelaram um número inferior de elementos de maestrias, apresentando um maior número de maestrias com elementos dos grupos técnicos não fundamentais que dos fundamentais do aparelho, enquanto as ginastas portuguesas mostraram uma maior utilização de maestrias com elementos dos grupos técnicos fundamentais do aparelho. Complementarmente, ambos os grupos realizaram elementos de maestria durante a execução de combinações de passos de dança e dificuldades corporais: 37.5 e 28.1% tinham pelo menos um elemento de maestria nos passos de dança, assim como 39.1 e 31.3% tinham pelo menos um elemento de maestria durante a execução das dificuldades corporais (para as ginastas finalistas e portuguesas, respetivamente). Em geral, as ginastas preferiram realizar maestrias com dificuldades de equilíbrio.

O quadro 2 apresenta as dificuldades corporais mais utilizadas tanto pelas ginastas finalistas como pelas portuguesas (em, pelo menos, 30% dos exercícios de competição), podendo-se verificar que foram genericamente as mesmas, exceto o salto corsa com *boucle* ( ) mais utilizado por ginastas finalistas e os *pivots* equilíbrio dorsal ( ), membro inferior estendido à retaguarda ( ) e *fouetté* em *passé* ( ) mais utilizados pelas ginastas portuguesas. As ginastas finalistas apresentaram uma maior variedade de saltos, equilíbrios e rotações (16, 12 e 22, respetivamente) comparativamente às portuguesas (7, 6 e 11 rotações, respetivamente). No total foi verificado uma variedade de 25 saltos, 23 equilíbrios e 27 rotações entre todos os exercícios de competição avaliados.



Legenda – GC: grupos corporais.

Nas dificuldades de rotação, relativamente ao número de voltas (graus de rotação), as ginastas finalistas incluíram nas fichas de competição *pivots* com uma a cinco voltas, *pivots* fouettés com 10 a 15 voltas e ainda a rotação ralenkóva (1) com cinco voltas. As ginastas portuguesas pretendiam realizar *pivots* com uma a três voltas, bem como *pivots fouettés* com cinco ou seis voltas. Deste modo, as ginastas finalistas apresentaram, em geral, uma maior pretensão no número de voltas nos elementos de rotação, embora seja possível referir que ambos os grupos mostraram elevado número de voltas nas fichas de competição.

Entre as dificuldades de rotação mais utilizadas nos dois grupos - penché ( $\frac{1}{2}$ ), attitude ( $\frac{1}{2}$ ) e boucle ( $\frac{1}{2}$ ) - verificaram-se diferenças no número de voltas nos pivots em penché e atittude (ambas para p < .01), nos quais as ginastas finalistas e portuguesas pretendiam executar  $3.3 \pm 0.6$  e  $3.2 \pm 0.9$  vs.  $2.8 \pm 0.5$  e  $2.0 \pm 0.8$  voltas (respetivamente). Nas rotações em boucle não foram verificadas diferenças significativas entre grupos.

#### **DISCUSSÃO**

As Taças do Mundo de Lisboa 2013 e 2014 (Portugal) contaram com a participação de 72 ginastas representantes de 31 países. Cada ginasta realizou quatro exercícios de competição (arco, bola, maças e fita) e as oito ginastas melhor classificadas, em cada aparelho, foram selecionadas para as finais (sendo consideradas as melhores ginastas em competição). O presente estudo analisou um total de 64 exercícios de competição de ginastas finalistas. As ginastas portuguesas não alcançaram as finais e integraram a 3ª parte do ranking (entre o 23º a 36º lugar nas classificações por aparelho).

Este estudo foi realizado com o objetivo de comparar o conteúdo dos exercícios de competição de ginastas finalistas e portuguesas de forma a compreender as semelhanças e diferenças em termos estruturais no conteúdo dos exercícios de competição entre os grupos de ginastas. Assim, os elementos de dificuldade (dificuldades corporais, combinações de passos de dança, maestrias e elementos dinâmicos de rotação e lançamento) incluídos em 64 exercícios de competição de ginastas finalistas e 32 exercícios de competição de ginastas portuguesas foram analisados.

Através de uma caracterização geral das ginastas em estudo verificou-se que as ginastas portuguesas eram mais novas, mais pesadas e mais baixas que as ginastas finalistas. Diversos estudos sugerem que as ginastas em GR são caracterizadas por baixos valores de massa e gordura corporal, membros longos e finos e somatótipo ectomorfo (Camargo et al., 2014; Douda, Toubekis, Avloniti, & Tokmakidis, 2008; Klentrou & Plyley, 2003; Kritikou, Donti, Bogdanis, Donti, & Theodorakou, 2017). Assim, o biótipo particular e padrão corporal das ginastas parecem ser requisitos importantes para um desempenho eficiente dos movimentos específicos em GR (Amigó et al., 2009).

Acerca do conteúdo dos exercícios de competição observou-se que as ginastas finalistas revelaram maior número e valor de dificuldades corporais, provavelmente devido ao maior valor apresentado nas fichas de competição pelas primeiras nos elementos de rotação, uma vez que não foram verificadas diferenças entre as ginastas quer no número, quer no valor das dificuldades de saltos e equilíbrios. Destacamos que uma ginasta finalista apresentou um número de dificuldades corporais superior ao permitido (provavelmente penalizado em competição).

O código de pontuação atual (FIG, 2016) trouxe uma alteração significativa relativamente ao número de dificuldades corporais, pelo que as ginastas podem atualmente executar um número ilimitado de dificuldades corporais (apenas os nove elementos com maior valor são contabilizados para a nota final do exercício de competição). Por outro lado, existem penalizações mais elevadas para as dificuldades corporais executadas com falhas técnicas, pelo que é necessário ponderar a inclusão de um grande número de dificuldades corporais nos exercícios de competição.

As ginastas finalistas mostraram um número superior em dificuldades em série, múltiplas e mistas, sugerindo que apresentavam um maior nível técnico, incluindo nos exercícios um número mais elevado de dificuldades corporais com elevado grau de complexidade. As dificuldades em série são repetições idênticas de dois ou mais elementos de saltos ou *pivots* (FIG, 2016), enquanto as múltiplas são combinações de dois ou mais *pivots* com diferentes formas sem suporte do calcanhar. Apesar de não existir nenhuma bonificação para as conexões entre *pivots*, estes contam como uma dificuldade corporal (FIG, 2012), apresentando um elevado impacto no valor das dificuldades corporais. As dificuldades mistas correspondem a duas ou mais dificuldades diferentes conectadas e cada componente conta como uma dificuldade corporal e cada conexão sem interrupção tem um valor de 0.10 pontos (FIG, 2012).

No código de pontuação atual (FIG, 2016), as dificuldades mistas foram extintas. No entanto, as ginastas podem executar dificuldades conectadas, embora não exista qualquer bónus por isso. Da mesma forma, foram extintas as bonificações (0.10 pontos) com a utilização de elementos com rotações corporais (elementos pré-acrobáticos) e/ou ondas totais do corpo combinadas com dificuldades corporais, sob a condição de estarem adicionados antes ou depois da dificuldade sem qualquer interrupção (FIG, 2012).

As ginastas portuguesas apresentaram um maior número de dificuldades corporais combinadas com rotações corporais, enquanto as finalistas mostraram mais dificuldades corporais combinadas com ondas corporais (provavelmente devido à utilização de elementos de rotação corporal já em outros elementos de dificuldade - maestrias e elementos dinâmicos). Deste modo, de forma a apresentar uma composição com uma elevada variedade nos elementos e movimentos corporais, as ginastas finalistas provavelmente optaram por não acentuar a utilização das rotações corporais. Além disso, as ondas corporais são elementos dinâmicos com elevada plasticidade, tendo sido valorizadas no código atual (FIG, 2016) dada a exigência de pelo menos duas ondas corporais durante o exercício de competição.

A escolha das dificuldades corporais também é um fator decisivo no que diz respeito à beleza, variedade e originalidade da composição dos exercícios de competição. No entanto, as dificuldades corporais mais utilizadas pelas ginastas finalistas e portuguesas foram genericamente as mesmas: saltos (—; —; —) equilíbrios (—; —; —; ) e rotações (—; —; —; —). Por outro lado, as ginastas finalistas apresentaram uma maior variedade de saltos, equilíbrios e rotações. A falta de variedade e a similaridade dos elementos de técnica corporal com diferentes aparelhos podem levar à insatisfação do público (Agopyan, 2014).

Nas dificuldades de rotações, o número de voltas também foi um fator determinante, embora acreditamos que a maior parte das ginastas sobrestimou os graus de rotação nos seus *pivots*. No código de pontuação 2013-2016 (FIG, 2012) este elemento de dificuldade era avaliado de acordo com o número de voltas realizadas, sem penalizações caso as rotações não completassem a quantidade de voltas indicada na ficha de dificuldade, facilitando esta sobrestimação. Contudo, as ginastas finalistas apresentaram, em geral, uma maior pretensão no número de voltas nos elementos de rotação. Cada rotação adicional (de 360º) em *relevé* aumenta o nível da dificuldade pelo valor base e cada movimento destes com o pé no chão ou em outra parte do corpo aumenta o nível da dificuldade em 0.20 pontos (FIG, 2012). No código atual (FIG, 2016), para cada rotação adicional em *relevé*, o elemento de rotação tem uma bonificação de 0.20 e 0.10 pontos nos elementos com o pé no chão ou em outras partes do corpo (FIG, 2016).

As ginastas finalistas e portuguesas apresentaram um número similar de passos de dança. De acordo com o código de pontuação (FIG, 2012), as ginastas deveriam realizar pelo menos uma sequência de passos de dança e entre as exigências deste elemento de dificuldade era necessário ser realizado pelo menos um elemento dos grupos técnicos fundamentais do aparelho. Assim, as ginastas finalistas revelaram um número superior de elementos dos grupos técnicos fundamentais durante os passos de dança, sugerindo que têm uma melhor técnica na execução dos grupos técnicos fundamentais e, por isso, realizam passos de dança com maior dinamismo na utilização do aparelho com maior número de manejos.

Os grupos técnicos fundamentais contêm movimentos característicos de cada aparelho (corda, arco, bola, maças e fita). No código de pontuação (FIG, 2012), a utilização dos grupos técnicos fundamentais deveria ser predominante no exercício de competição (mais de 50%). Embora o código atual (FIG, 2016) não mantenha essa exigência é necessária a realização de pelo menos um elemento de cada grupo técnico fundamental do aparelho durante o exercício de competição.

Nos elementos dinâmicos de rotação e lançamento, as ginastas finalistas revelaram um número superior de rotações corporais, número total de critérios adicionais e número de critérios de rotação (mudança de eixo e/ou nível). Deste modo, embora ambos os grupos tenham apresentado o número máximo de elementos dinâmicos, as ginastas finalistas incluíram uma maior pontuação final nestes elementos. Além disso, 40.7% apresentaram

pelo menos um elemento dinâmico realizado com uma dificuldade corporal, enquanto o mesmo foi verificado em 21.9% das ginastas portuguesas, demostrando uma maior capacidade técnica das primeiras em executar dois elementos de dificuldade em conjunto (elemento dinâmico e dificuldade corporal).

O código atual (FIG, 2016) apresentou duas alterações relevantes no que diz respeito a este elemento de dificuldade, dado que ampliou o número máximo de três para cinco, assim como passou a considerar apenas uma vez as mudanças de eixo e/ou nível nas rotações corporais em cada elemento dinâmico. Esta última alteração desfavorece as ginastas finalistas, dado que obtiveram uma pontuação nos elementos dinâmicos de rotação e lançamento superior (principalmente pelo maior número de critérios nas rotações corporais - mudanças de eixo e/ou nível).

As ginastas portuguesas apresentaram um número superior de elementos de maestrias, os quais foram definidos pelo código de pontuação como combinações incomuns de elementos de aparelho (FIG, 2012) e, portanto, podem ser interpretados como elementos de elevada complexidade e beleza. Como a execução destes elementos exige uma coordenação extraordinária (Sierra-Palmeiro et al., 2015), esperava-se que as ginastas com melhores resultados apresentassem o maior número, devido à sua maior qualidade técnica. Estes dados sugerem que as ginastas portuguesas podem ter incluído em suas composições elementos de maestria que não foram considerados pelos juízes de acordo com a descrição do código (FIG, 2012), além que as ginastas com menor classificação enfrentam maiores dificuldades para obter melhores notas devido a problemas de execução (Breitkreutz & Hökelmann, 2014). Assim, as ginastas com maior número de elementos de maestrias, especialmente ginastas com menor nível técnico, podem ter mais faltas técnicas que anulam o valor da dificuldade (Leandro et al., 2016a).

Verificou-se também que as ginastas finalistas apresentaram maior número de maestrias com elementos dos grupos técnicos não fundamentais do aparelho que dos grupos técnicos fundamentais do aparelho, enfatizado pela utilização de elementos de maestria com lançamentos e receções do aparelho. Por outro lado, as portuguesas apresentaram o resultado oposto, com uma superior realização de maestrias com elementos dos grupos técnicos fundamentais do aparelho. Além disso, diferenças foram encontradas entre ginastas no número de maestrias realizadas com elementos dos grupos técnicos fundamentais do aparelho.

Neste código de pontuação 2013-2016, todos os elementos de maestria possuíam um valor único de 0.20 pontos (FIG, 2012). Em contrapartida, o código atual 2016-2020 (FIG, 2016) apresenta valores distintos para diferentes elementos de aparelho: 0.20 pontos para qualquer elemento dos grupos técnicos fundamentais e não fundamentais do aparelho exceto para os elementos (lançamentos, rolamentos, boomerang e transmissões do aparelho que têm valor de 0.30 pontos) e 0.40 pontos para receções do aparelho resultantes de um grande lançamento. Além disso, este código (FIG, 2016) ampliou a definição dos elementos de maestria e alterou a nomenclatura para 'dificuldade de aparelho', as quais

implicam uma sincronização particularmente difícil entre o aparelho e o corpo ou uma utilização interessante ou inovadora do aparelho (não executada regularmente como padrão de movimentos de aparelhos em GR).

Deste modo, através do conjunto de dados analisado, pode-se sugerir que o conteúdo dos exercícios de competição de ginastas finalistas e portuguesas apresentou diversas semelhanças e diferenças. Além disso, diante dos resultados alcançados em competição, podemos sugerir também que a execução técnica e artística são fatores determinantes no desempenho. No entanto, é provável que o conteúdo dos exercícios de competição das ginastas portuguesas tenha alguns pontos para serem revistos e refletidos. Neste sentido, acreditamos que os resultados competitivos podem ter sido bastante influenciados pela seleção equivocada dos elementos incluídos nos exercícios de competição das ginastas portuguesas.

Assim, a seleção dos elementos que compõem os exercícios de competição não deve estar norteada apenas para o valor das dificuldades, mas também considerar a execução técnica das ginastas. Para obter as melhores pontuações, os exercícios devem apresentar um elevado nível de dificuldade combinado com excelente qualidade de desempenho (Agopyan, 2014). A qualidade inferior de execução das ginastas com mais fracas classificações sugere que os treinadores não têm uma perceção real da capacidade de desempenho de suas ginastas nos elementos de dificuldade (Leandro et al., 2016a). Acresce-se o fato de uma supervalorização do exercício de competição não ter qualquer penalização pelo código (FIG, 2012), podendo de forma legítima e legitimada ser utilizada como estratégia pelos treinadores.

Como o código de pontuação sofre alterações a cada ciclo olímpico, esta análise corresponde à regulamentação do quadriénio 2013-2016. No atual ciclo olímpico 2016-2020, o código (FIG, 2016) abrange penalizações mais elevadas de execução técnica e artística de modo a promover uma maior ênfase na busca pela perfeição estética e técnica. Uma ginasta deve incluir apenas elementos que possa executar com segurança e com elevado nível de proficiência estética e técnica (FIG, 2016), devendo os treinadores terem em atenção as orientações do código e, portanto, a seleção e preparação dos elementos de dificuldade deve ser considerado um ponto fulcral no processo de treino. Deste modo, é reforçada a importância de uma elevada execução técnica e artística, pelo seu papel determinante no desempenho.

#### **CONCLUSÕES**

As ginastas finalistas e portuguesas apresentaram diversas semelhanças e diferenças ao nível da estrutura do conteúdo dos exercícios de competição. Entre as principais semelhanças destacam-se o número e valor equivalente das dificuldades corporais de saltos e equilíbrios, assim como número de dificuldades corporais de rotações, número de combinações de passos de dança e elementos dinâmicos de rotação e lançamento. Além disso, as dificuldades corporais mais utilizadas foram, em geral, as mesmas.

05

Entre as principais diferenças destacam-se os resultados superiores das ginastas finalistas no valor total e número de voltas nos elementos de rotação, número de dificuldades corporais em série, múltiplas, mistas e combinadas com ondas corporais, número de elementos dos grupos técnicos fundamentais do aparelho durante os passos de dança, número de maestrias com elementos dos grupos técnicos não fundamentais que dos fundamentais do aparelho, número de rotações corporais, número total de critérios adicionais e número de critérios de rotação nos elementos dinâmicos de rotação e lançamento. Por outro lado, as ginastas portuguesas apresentaram resultados superiores no número de dificuldades corporais combinadas com rotações corporais, número de elementos de maestria, e número de maestrias realizadas com elementos dos grupos técnicos fundamentais do aparelho.

Estas informações podem contribuir para o desenvolvimento da GR nacional, ao trazer importantes conhecimentos aos treinadores e ginastas, as quais podem auxiliar especialmente o processo de treino e a construção coreográfica. Os treinadores de ginastas portuguesas devem realizar uma seleção mais ponderada e rigorosa dos elementos presentes nos exercícios de competição.

#### **REFERÊNCIAS**

Agopyan, A. (2014). Analysis of body movement difficulties of individual elite rhythmic gymnasts at London 2012 Olympic Games finals. *Middle East Journal of Scientific Research*, 19(12), 1554-1565. doi:10.5829/idosi.mejsr.2014.19.12.81263

Amigó, A., Sala, V., Faciabén, A., Evrard, M., Marginet, M., & Zamora, L. (2009). Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas de élite españolas (gimnasia rítmica) desde la infância hasta la edad adulta. *Apunts Educación Física y Deportes*, 161, 18-28.

Arkaev, L., & Suchilin, N. (2004). How to create champions: Tthe theory and metodology of training top-class gymnasts. Oxford, UK: Meyer & Meyer Sport.

Ávila-Carvalho, L. (2005). Estudo do comportamento da frequência cardíaca e análise dos elementos técnicos em exercícios de conjuntos de ginástica rítmica (Disseratção de mestrado não publicada). Faculdade de Desporto Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Ávila-Carvalho, L., Klentrou, P., Palomero, M. L., & Lebre, E. (2012). Analysis of the technical content of elite rhythmic gymnastics group routines. *The Open Sports Science Journal*, *5*, 146-153.

Ávila-Carvalho, L., Palomero, M. L., & Lebre, E. (2010). Apparatus difficulty in groups routines of elite rhythmic gymnastics at the Portimão 2009 World Cup Series. *Science of Gymnastics Journal*, *2*, 29-42.

Breitkreutz, T., & Hökelmann, A. (2014). Characterisation of the current level of performance in individual competitions in rhythmic gymnastics. In D. M. Peters & P. O'Donoghue (Eds.), *Performance analysis of sport IX* (pp. 222-231). London, UK: Routledge. doi:10.4324/9780203080443

Camargo, C., Gomez-Campos, R., Cossio-Bolaños, M., Barbeta, V., Arruda, M., & Guerra-Junior, G. (2014). Growth and body composition in Brazilian female rhythmic gymnastics athletes. *Journal of Sports Sciences*, *32*(19), 1790-1796. doi:10.1080/02640414.2014.926381

Douda, H., Toubekis, A., Avloniti, A., & Tokmakidis, S. (2008). Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 3(1), 41-54. doi:10.1123/ijspp.3.1.41

Ferreirinha, J., Carvalho, J., Côrte-Real, C., & Silva, A. (2011). Evolução do valor real de dificuldade dos exercícios de paralelas assimétricas de ginástas de elite nos ultimos ciclos olímpicos. Paper presented at the 'Da prática à ciência: Formação, aprendizagem e treino em ginástica', Lisboa, Portugal.

Federação Internacional de Ginástica. (2012). Code of points for rhythmic gymnastics: 2013-2016. Lausanne: Fédération International de Gymnastique. Disponível em https://www.scottishgymnastics.org/sites/default/files/imce/disciplines/2012%20-%202016%20 Rhythmic%20Code%20of%20Points.pdf

Federação Internacional de Ginástica. (2014). *Athletes biographies*. Disponível em http://www.gymnastics.sport/site/athletes/bio\_view.php

Federação Internacional de Ginástica. (2016). Code of points for rhythmic gymnastics: 2016-2020. Lausanne: Fédération International de Gymnastique. Disponível em: http://www.fig-gymnastics.com/publicdir/rules/files/rg/RG\_CoP%202017-2020\_updated%20with%20Errata\_February%202017\_e.pdf

Hökelmann, A., Liviotti, G., & Breitkreutz, T. (2013). Rhythmic gymnastics. In T. McGarry, P. G. Donoghue, & J. Sampaio (Eds.), *Routledge handbook of sports performance analysis* (pp.475-483). London, UK: Routledge.

Klentrou, P., & Plyley, M. (2003). Onset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls. *British Journal of Sports Medicine*, *37*(6), 490-494. doi:10.1136/bjsm.37.6.490

Kritikou, M., Donti, D., Bogdanis, G., Donti, A., & Theodorakou, K. (2017). Correlates of artistry performance scores in preadolescent rhythmic gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*, *9*(2), 165-177.

Leandro, C., Ávila-Carvalho, L., Sierra-Palmeiro, E., & Bobo-Arce, M. (2016a). Departure difficulty score vs final difficulty score: The effect of performance in elite rhythmic gymnastics. *Athens Journal of Sports, 3*(3), 169-177. Leandro, C., Ávila-Carvalho, L., Sierra-Palmeiro, E., & Bobo-Arce, M. (2016b). Technical content of elite rhythmic gymnastics. *Science of Gymnastics Journal, 8*(1), 85-96.

Massidda, M., & Calò, M. (2012). Performance scores and standings during the 43<sup>rd</sup> Artistic Gymnastics World Championships, 2011. *Journal of Sports Sciences*, *30*(13), 1415-1420. doi:10.1080/02640414.2012.710759

Oliveira, M., Lourenço, M., & Teixeira, D. (2004). Incidências de lesões nas equipes de Ginástica Rítmica da UNOPAR. *UNOPAR Cientifica Ciências Biológicas e da Saúde*, *5*(6), 29-40.

Sierra-Palmeiro, E., Fernández-Villarino, M., & Bobo-Arce, M. (2015). Estudio longitudinal (1997-2014) de la técnica de aparatos en al gimnasia rítmica individual de élite. Paper presented at the 1º Congresso Iberoamericano Desporto, Educação, Atividade Física e Saúde, Lisboa, Portugal.

#### **AUTHORS:**

João Silva <sup>1</sup> Joana Carvalho <sup>2</sup> Paula Rodrigues <sup>1, 3, 4</sup> Olga Vasconcelos <sup>1</sup>

- <sup>1</sup>Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção no Desporto (CIFI<sup>2</sup>D), FADEUP, Portugal
- <sup>2</sup> Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL), FADEUP, Portugal
- <sup>3</sup> Research in Education and Community Intervention (RECI), Instituto Piaget, Porto, Portugal
- <sup>4</sup>LabCap Laboratório de Cognição e Aprendizagem, Instituto de Estudos Interculturais e Transdisciplinares de Almada, Instituto Piaget, Portugal

https://doi.org/10.5628/rpcd.18.03.97

# Effects of a multimodal exercise program in motor fitness and functional motor asymmetry: Study with Portuguese older adults of different contexts

**KEYWORDS:** 

Aging. Older adults. Exercise program.

Motor fitness. Functional motor asymmetry.

SUBMISSÃO: 10 de Agosto de 2018 ACEITAÇÃO: 28 de Dezembro de 2018

#### **ABSTRACT**

The effect of a multimodal exercise program in motor fitness and functional motor asymmetry in two groups of older adults (n = 112) was investigated. The experimental group (n = 72) was comprised of participants from a hospital center (n = 19), a residential care home (n = 26), and a daily living center (n = 27). The control group (n = 40) included participants from a residential care home with mental health disorders (n = 8), an residential care home (n = 16), and a daily living center (n = 16). The participant's hand, preferred (PH) and non-preferred (NPH), and both hands (BH), were assessed with the Purdue Peaboard Test, the Minnesota Manual Dexterity Test, and the Discrimination Weights Test in the following abilities, respectively: dexterity (fine and global) and proprioceptive sensitivity. Results revealed a positive significant effect of the exercise program, for all tasks, with participants improving their performance from pre- to post-training (p < .050). For example, concerning global dexterity, in the experimental group of the hospital center, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,11}$  = 12.296; p = .005), the NPH ( $F_{1,11}$  = 5.057; p = .046), and BH ( $F_{1,11}$  = 6.777; p = .025). The opposite occurred in the control group with the residential care home (older adults with mental health disorders). There was a significant decrease in performance from pre-training (PH:  $140.11 \pm 31.72$  s; NPH:  $150.33 \pm 24.62$  s) to post-training (PH:  $162.41 \pm 39.37$  s; NPH: 175.32± 31.11s). Gender also had a significant effect, with females of the daily living center presenting a better performance on fine dexterity with the PH ( $F_{110}$  = 4.829; p = .041) and the NPH ( $F_{110}$  = 6.899; p= .017). Our data reinforces the importance of this type of program since it improves motor coordination, which is important for an independent lifestyle and thus for an older adult's quality of life.

Corresponding author: Paula Rodrigues. Rua da Fonte Branca, nº124, 4415-752, Grijó, Vila Nova de Gaia, Portugal. telefone: +351 918808119; +351 229545300. email: prodrigues@fade.up.pt

# Efeitos de um programa de exercício multimodal na aptidão motora e na assimetria motora funcional:

Estudo com idosos portugueses de diferentes contextos.

#### **RESUMO**

O efeito de um programa de exercício multimodal e a assimetria motora funcional foram investigados em dois grupos de idosos (n = 112). O grupo experimental (n = 72) foi composto por participantes de um centro hospitalar (n = 72)= 19), de um lar para idosos (n = 26) e de um centro de dia (n = 27). O grupo de controlo (n = 40) incluiu participantes de um lar para idosos com perturbações mentais (n = 8), de um lar para idosos (n = 16) e de um centro de dia (n = 16)= 16). A mão preferida (MP), mão não preferida (MNP) e ambas as mãos (AM) foram avaliadas com o Purdue Pegboard Test, the Minnesota Manual Dexterity Test e o Discrimination Weights Test nas capacidades: destreza (fina e global), sensibilidade proprioceptiva, respectivamente. Os resultados revealaram um efeito estatisticamente significativo do programa de exercício para todas as tarefas, com os participantes a melhorarem a sua prestação do pré para o pós-treino (p < .05). Por exemplo, no que diz respeito à destreza global, no grupo experimental do centro hospitalar, um efeito estatisticamente significativo foi observado no tempo com a MP ( $F_{1,11}$  = 12.296; p = .005), com a MNP  $(F_{111} = 5.057; p = .046)$ , e com AM  $(F_{111} = 6.777; p = .025)$ . O oposto foi observado no grupo de controlo do lar para idosos (com perturbações mentais). Observou-se uma diminuição significativa no desempenho do pré (MP: 140.11  $\pm$  31.72s; MNP: 150.33  $\pm$  24.62s) para o pós-teste (MP: 162.41  $\pm$  39.37s; MNP: 175.32 ± 31.11s). O género também demonstrou ter um efeito significativo, sendo que as mulheres do centro de dia apresentaram os melhores resultados na destreza manual fina com a MP ( $F_{1.19}$  = 4.829; p = .041) e com a MNP  $(F_{1,19} = 6.899; p = .017)$ . Os nossos resultados reforçam a importância deste tipo de programa, uma vez que promovem a melhoria da coordenação motora, a qual tem importância no estilo de vida independente e, consequentemente, na qualidade de vida dos idosos.

#### **PALAVRAS CHAVE:**

Envelhecimento. Idosos. Programa de exercício. Aptidão física. Assimetria motora funcional. INTRODUCTION

06

Aging, along with its accompanying degeneration, is a normal phenomenon in current societies. In fact, the number of older adults (normal or with dementia) accessing rehabilitation and intermediate care services, either in hospital or at home, is rising and will continue to increase (Comas-Herrera, Wittenberg, Martin Knapp, & MRC-CFAS 2003). The aging process leads to a decline in various abilities that involve strength, sensorimotor functioning, proprioception, tactile sensitivity, manual and pedal dexterity, and reaction time. This degeneration affects many daily life activities and, as a consequence, falls or accidents may occur that could be avoidable if older adults were to maintain good levels of motor fitness (Francis & Spidurso, 2000; Lord & St George, 2003). Besides overall functional fitness, the age-related changes in motor behavior are of great importance, although there is not much information or enough systematic investigation about manual dexterity and proprioceptive sensitivity. Therefore, this subject needs to be further studied to better understand the effects of exercise on these abilities in aged males and females.

The aim of the present study was to analyse older adults from a wide range of the population; that is, we sought to include older adults with mental health disorders (from a psychiatric hospital center [HC] and a residential care home [RCH]) and without mental health disorders (namely, from an RCH and a daily living center [DLC]). Thus, an investigation about this subject is pertinent, specifically at the level of some traits of motor fitness in its expression in older adults of both genders and from different contexts. The aim of the present study was to verify if a regular multimodal exercise program leads to the development of motor fitness in older adults from different contexts. The following hypotheses were formulated a priori: (a) a multimodal exercise program improves the motor fitness and changes functional motor asymmetry in older adults from different contexts, and (b) targeted interventions employing a multimodal exercise program (over 12 months in older adults from different contexts) are effective in males and females.

#### **METHODS**

#### **SUBJECTS**

A convenience sample of one hundred and thirty-six older adult participants from an HC, an RCH, and a DLC, participated in this study. The eligible subject pool was restricted to older adults from both genders with the following characteristics: aged  $\geq$  65 years, not engaged in any regular exercise training in the last year, older adults from an RCH and a DLC, lack of use of any medication known to affect balance, postural stability, and lack of any diagnosed or self-reported neurologic disorders or orthopedic medical conditions that

contraindicate the participation in exercise and testing. We point out that the older adults from the HC and the RCH (older adults with mental health disorders) were previously diagnosed with neurological deficits by neurologists and gave their authorization to participate in the study. The sample, in each context, was divided into two groups: an experimental group (EG) with practice of the multimodal exercise program and a control group (CG). The control group is the follow up of a group where the intervention will not be performed. This aims to establish a causality inference by comparison, since an isolated data does not allow inferring whether its variability was determined by the intervention performed or by chance. The performance of the control group in relation to the dependent variable is used to evaluate the results obtained in the experimental group. The use of a control group prevents changes in study results from external elements (Polit & Beck, 2011). We try to compose the sample with an identical number of older adult participants in each context according to the gender and age; however, in some circumstances this proceeding was not possible. This was the case of HC and RCH (older adults with mental health disorders), contexts where the number of subjects in each group was different. Some older adults were excluded due to medical reasons: in the EG, four males and two females from the HC, two males and two females from the RCH, and four males and two females from the DLC; in the CG, one male and one female from the RCH (mental health disorders), two males and three females from the RCH, and one female from the DLC.

Before conducting the study, all participants received a complete explanation of the purpose, risks, and procedures of the investigation, and provided their written informed consent. The characteristics of the participants of the study are shown in Table 1.

TABLE 1. Subject characteristics of experimental and control groups. Contexts, age and gender.

	<b>Experimental Group</b>		Control Group					
Subjects	Mean age (years)	Gender	Subjects	Mean age (years)	Gender			
HC (n = 8)	70.13 ± 4.85	М	RCH (mental health disorders) (n = 4)	79.25 ± 8.01	М			
HC (n = 11)	69.91 ± 4.27	F	RCH (mental health disorders) (n = 4)	85.5 ± 4.93	F			
RCH (n = 9)	80.00 ± 8.27	М	RCH (n = 8)	81.88 ± 3.64	М			
RCH (n = 17)	83.88 ± 5.30	F	RCH (n = 8)	81.00 ± 3.16	F			
DLC (n = 11)	71.73 ± 5.51	М	DLC (n = 8)	79.38 ± 7.15	М			
DLC (n = 16)	72.19 ± 6.45	F	DLC (n = 8)	74.25 ± 8.27	F			

HC (hospital center), RCH (residential care home), DLC (daily living center),

RCH (residential care home): older adults with mental health disorders, M (males) and F (females).

Older adults from the EG were submitted to a multimodal exercise program for a period of twelve months, while those in the CG maintained their normal physical activity routine. All measurements and the multimodal exercise program were performed by the same evaluator, together with teachers who graduated from the University of Porto, Portugal. We emphasize that they were the evaluators prior and after training in both groups (EG and CG). The investigation was in full compliance with the Helsinki declaration of 1975, as revised in 2004, and all methods and procedures were approved by the Institutional Review Board.

The 12-month multimodal training protocol was held three times per week and each session lasted about 60 min. All sessions were accompanied by the appropriate music considered relevant to the required activity and the participants' age. A physical education instructor with specialization in older adult training conducted the sessions. The exercise training was designed to promote the development of abilities, such as visuomotor coordination skills, flexibility, balance, strength, reaction time, speed of movements of the hands and feet, proprioceptive sensitivity, coincidence anticipation, and visuomotor memory, as well as emotional and social aspects and awareness of the benefits of regular physical exercise.

Each training session included three main components: initial, a 10-min light warm-up and stretching exercises; fundamental, 45 min of light- to moderate-intensity exercises for the development of the abilities previously mentioned, such as marching in place, stepping exercise at a speed of 40-60 beats per min using a 15-cm-high bench, heel-drops performed on a hard surface (a heel-drop consists of raising the body weight onto the toes and then letting it drop to the floor, keeping the knees locked and hips extended), muscular endurance exercises performed concentrically and eccentrically and involving the upper and lower limbs; strength training performed with elastic bands and dumbbells; balance training with static and dynamic exercises (e.g., walking in a straight line, walking heel to toe, using additional resources, such as, balls, balloons, gymnastic parachutes and ribbons, hoops, ropes and sticks); flexibility training involved the major muscle groups (quadriceps, back and chest) and agility training (visuomotor coordination) aimed at challenging handeye coordination, foot-eye coordination, dynamic balance, standing and leaning balance, and psychomotor performance (coincidence anticipation, proprioceptive sensitivity, visuomotor memory and reaction time), including ball games, relay races, dance movements, and obstacle courses; and, finally, 5 min of stretching. For the exercises in the second part of the session, for all the abilities mentioned above, the repetitions were increased from eight to fifteen and the number of sets increased to three.

Older adults handedness was determined using the Dutch Handedness Questionnaire (van Strien, 2002). Subjects were classified as right-handers or left-handers based on their score, which identified 110 strong right-handers (mean score of  $29.62 \pm 1.25$ , where 30 is maximal right-handedness) and two strong left-handers (mean score of  $3.5 \pm 2.12$ , where 0 is maximal left-handedness). Both right-handers' and left-handers' data were included

in the analysis and, according to their handedness, subjects used the preferred hand (PH) and the non-preferred hand (NPH) in the tests. Additional items were added to the Lateral Preference Inventory (Coren, Porac, & Duncan, 1979) that provided a measure of handedness, footedness, vision, and hearing. Coren et al.'s measure of lateral preference has demonstrated a 92% concordance between self-reports and direct behavioral performance (Coren, 1993; Coren, Porac, & Duncan, 1979). To assess the subjects' global cognitive function, the Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein, Robins, & Helzer, 1983) was applied. MMSE total score ranges from 0 to 30. According to this questionnaire, none of the participants had any cognitive impairment (RCH: mean score of  $28.23 \pm 2.11$ ; DLC: mean score of  $27.53 \pm 2.43$ ), except the older adults with mental health disorders of the experimental group and the control group, where the doctors confirmed pathologies like schizophrenia, dementia, and depression.

To quantify and verify if there was any change in the daily activities of the sample during the research period, the Modified Baecke Questionnaire (Pols et al. 1995) was completed before and after training. This questionnaire has been shown to generate valid and reliable classification scores for activity in older subjects providing a domestic, a sport, and a leisure-time activity score. The sum of the different scores gives the total activity of the subject. The questionnaires were completed by the same researcher during a personal interview. For ethical reasons, this questionnaire was not applied to all the older adults with mental health disorders of the experimental group and the control group.

#### **INSTRUMENTS**

According to the instruments applied, we describe the designs and procedures adopted. The Minnesota Manual Dexterity Test (MMDT, Lafayette instrument no. 32023) (Lafayette Instrument Company, 1998) was used as an indicator of the manual global dexterity. The Placing Test includes one trial with each hand. The Turning Test assesses both hands (BH) with one trial, with a rest interval between tests of 1 min. Finally, the time to accomplish the test is recorded. The Purdue Pegboard Test (PPT, Lafayette instrument, nº. 32020) (Lafayette Instrument Company, 2002) was used as an indicator of the manual fine dexterity. Tests were conducted with the preferred hand (PH) for 30s, with the non-preferred hand (NPH) for 30s, and with both hands (BH) for 30s. The rest interval between the trials was 30s and between the tests was 1min. The subjects performed three trials for each test and the best result was recorded (number of pegs introduced in the holes). The Discrimination Weights Test (DWT, Lafayette Instrument, nº. 16015) (Lafayette Instrument Company, 2004) was used as an indicator of the proprioceptive sensitivity and included three sets. The subject compared the standard weight with one weight at a time (belonging to each set of weights) and verbally stated whether the weight was heavier, lighter, or equal compared to the standard weight. Each of the 11 comparison weights was presented once in a

method of constant stimuli to determine the proprioceptive sensitivity. The percentages of correct answers were recorded.

The sample was counterbalanced according to the hand that initiates each test; that is, half of the group started each test with the PH, and the other half started the test with the NPH. Following this procedure, the performance with the contralateral hand was evaluated. This method is used in order to avoid the effect of transfer of learning.

Different evaluators measured all subjects two times (pre- and post-training) and conducted all the physical exercise program sessions. Standardized instructions and explanations of testing procedures were supplied to the subjects in a simple and easy way with respect to the participants from the HC. All procedures were followed as described in the specific batteries and manuals for older adults (Lafayette Instrument Company, 1998, 2002, 2004). The tests were demonstrated and each subject was allowed to perform one training trial on each test before the measured trials.

#### DATA ANALYSIS

All data were analyzed with the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, version 19.0). They were checked for distribution and the means and standard deviation were calculated. Descriptive statistics and tests for normality (Shapiro-Wilks test) were performed for all outcome variables. To analyze the multimodal exercise program effect, a two-way ANOVA 2x2 (time: from pre- to post-training; gender: males and females) was used for each test according to the performance of the hand (PH, NPH, BH). This analysis was made separately for both groups (EG and the CG) and contexts (HC, RCH, DLC). When ANOVA revealed significant interaction (time x gender), Bonferroni post-hoc tests were performed to determine the differences between the initial and the final values in each group. Statistical significance was set at  $p \le .05$ .

#### **RESULTS**

Concerning the Modified Baecke Questionnaire data (TABLE 2), and regardless of the exercise program, significant increases from pre- to post-training in the experimental group were found in the residential care home and the daily living center (p < .001). The control group maintained the level of daily physical activities from pre- to post-training: residential care home (p = .148) and daily living center (p = .248).

TABLE 2. Mean and standard deviation for total score of the Modified Baecke Questionnaire. First and second moments for each group: daily living center (DLC) and residential care home (RCH).

	CONTROL GROUP	EXPERIMENTAL GROUP					
Total Score / Moment	DLC	RCH	DLC	RCH			
1 <sup>st</sup>	2.51 ± 1.00	1.05 ± 1.13	3.10 ± 1.71	1.66 ± 0.97			
2 <sup>nd</sup>	2.36 ± 1.19	$0.83 \pm 1.15$	6.22 ± 3.73	5.68 ± 2.66			

Figure 1 presents the mean and standard deviation values of the MMDT for the experimental group (males and females) of the hospital center, the residential care home, and the daily living center, according to the time of assessment (pre and post-training) and the hand (PH, NPH, and BH).

In the experimental group of the hospital center, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,11}$  = 12.296; p = .005), the NPH ( $F_{1,11}$  = 5.057; p = .046), and BH ( $F_{1,11}$  = 6.777; p = .025). More specifically, there was a significant improvement in performance from pre- to post-training (PH: from 133.14  $\pm$  19.68s to 111.05  $\pm$  19.50s; NPH: from 146.66  $\pm$  33.10s to 126.89  $\pm$  27.40s; and BH: from 178.47  $\pm$  65.38s to 140.07  $\pm$  56.48s). No other main significant effect or interactions were found. In the residential care home, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,20}$  = 31.660; p < .001), the NPH ( $F_{1,20}$  = 28.593; p < .001), and BH ( $F_{1,20}$  = 26.849; p < .001). There was a significant improvement in performance with the PH (from 94.36  $\pm$  13.53s to 83.17  $\pm$  11.84s), the NPH (from 97.94  $\pm$  10.16s to 90.08  $\pm$  11.73s), and BH (from 96.08  $\pm$  20.48s to 81.93  $\pm$  14.83s) from pre- to post-training. No other significant main effect or interactions were found.

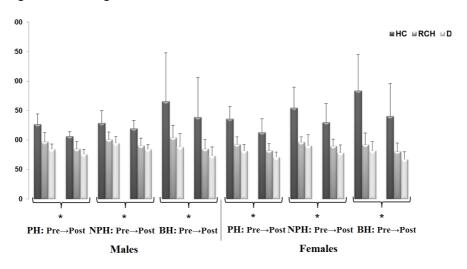


FIGURE 1 – Minnesota Manual Dexterity Test: Means of seconds with the preferred hand (PH), the non-preferred hand (NPH) and both hands (BH) from pre- to post-training in each gender and context: HC (hospital center), RCH (residential care home), and DLC (daily living center), for the experimental group\* statistical significance  $p \le 0.05$ .

In the daily living center, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,19}$  = 35.640; p < .001), the NPH ( $F_{1,19}$  = 47.594; p < .001), and BH ( $F_{1,19}$  = 44.00; p < .001). More specifically, there was a significant improvement in performance from pre- to post-training of the PH (from 82.55 ± 9.93s to 72.80 ± 8.35s), the NPH (from 92.02 ± 16.50 s to 80.37 ± 12.09s), and BH (from 84.00 ± 17.59 s to 69.33 ± 13.75s). No other significant main effect or interactions were found. Concerning the control group of the residential care home (older adults with mental health disorders), a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,4}$  = 14.298; p = .019) and the NPH ( $F_{1,3}$  = 10.041; p = .051). There was a significant decrease in performance from pre-training (PH: 140.11 ± 31.72s; NPH: 150.33 ± 24.62s) to post-training (PH: 162.41 ± 39.37s; NPH: 175.32 ± 31.11s). No other significant main effect or interactions were found.

In the residential care home, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,9}$  = 22.711; p = .001), the NPH ( $F_{1,9}$  = 11.118; p = .009), and BH ( $F_{1,9}$  = 10.893; p = .009). More specifically, there was a significant decrease in performance from pre-training (PH: 92.33  $\pm$  12.84s; NPH: 103.37  $\pm$  16.01s; BH: 88.67  $\pm$  18.58s) to post-training (PH: 100.41  $\pm$  14.16s; NPH: 112.57  $\pm$  14.96s; BH: 95.15  $\pm$  18.29s). No other significant main effect or interactions were found. In the daily living center, a significant main effect was found for time with the NPH ( $F_{1,13}$  = 12.105; p = .004) and BH ( $F_{1,13}$  = 7.950; p = .014). Specifically, there was a significant decrease in performance from pre-training (NPH: 99.71  $\pm$  14.05s; BH: 89.51  $\pm$  12.97s) to post-training (NPH: 107.88  $\pm$  13.08s; BH: 94.96  $\pm$  14.55s). No other significant main effect or interactions were found.

Figure 2 presents the mean and standard deviation values of the PPT for the experimental group (males and females) of the hospital center, the residential care home, and the daily living center, regarding the time of assessment (pre- and post-training) and the hand (PH, NPH, and BH).

In the experimental group of the hospital center, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,11}$  = 29.594; p < .001), the NPH ( $F_{1,11}$  = 8.535; p = .014), and BH ( $F_{1,11}$  = 8.303; p = .015). There was a significant improvement in performance from pre-training (PH: 5.76 ± 2.00 pegs; NPH: 5.38 ± 2.39 pegs; BH: 3.15 ± 1.77 pegs) to to post-training (PH: 8.53 ± 1.76 pegs; NPH: 7.61 ± 2.56 pegs; BH: 4.92 ± 1.84 pegs). No other significant main effects or interactions were found. In the residential care home, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,20}$  = 21.467; p < .001), the NPH ( $F_{1,20}$  = 18.416; p < .001), and BH ( $F_{1,20}$  = 11.997; p = .002). There was a significant improvement in performance from pre- to post-training of the PH (from 9.36 ± 2.27 pegs to 10.86 ± 2.31 pegs), the NPH (from 9.13 ± 2.27 pegs to 10.59 ± 2.61 pegs), and BH (from 6.54 ± 1.76 pegs to 7.54 ± 2.17 pegs). No other significant main effect or interactions were found.

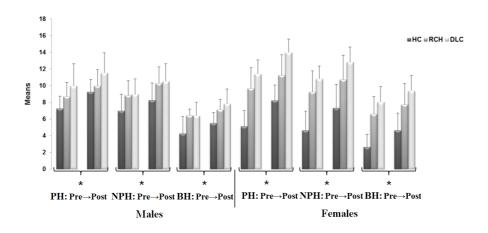


FIGURE 2 – Purdue Pegboard Test: Means of pegs for the preferred hand (PH), the non-preferred hand (NPH), and both hands (BH) from pre- to post-training for each gender and context: HC (hospital center), RCH (residential care home), and DLC (daily living center), for the experimental group \* statistical significance  $p \le 0.05$ .

In the daily living center, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,19}$  = 88.772; p < .001), the NPH ( $F_{1,19}$  = 82.465; p < .001), and BH ( $F_{1,19}$  = 40.646; p < .001). More specifically, there was a significant improvement in performance of the PH (from 10.95 2.08 pegs to 13.19 ± 2.18 pegs), the NPH (from 10.23 ± 1.81 pegs to 12.09 ± 2.14 pegs), and BH (from 7.52 ± 1.91 pegs to 8.90 ± 1.92 pegs). A significant main effect was found for gender with the PH ( $F_{1,19}$  = 4.829; p = .041) and the NPH ( $F_{1,19}$  = 6.899; p = .017). Females presented a better performance (PH: 12.71 ± 1.63 pegs; NPH: 11.85 ± 1.65 pegs) than males (PH: 10.78 ± 2.50 pegs; NPH: 9.78 ± 1.94 pegs). Finally, a significant interaction between time and gender was found for the PH ( $F_{1,19}$  = 5.172; p = .035). More precisely, in both genders there was an improvement in performance from pre-training (males: 10.00 ± 2.64 pegs; females: 11.42 ± 1.65 pegs) to post-training (males: 11.57 ± 2.37 pegs; females: 14.00 ± 1.61 pegs) with females presenting a better performance (12.71 ± 1.63 pegs) than males (10.78 ± 2.50 pegs).

In the control group of the residential care home (older adults with mental health disorders), a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,4}$  = 32.000; p = .005) and the NPH ( $F_{1,4}$  = 9.800; p = .035). More specifically, there was a significant decrease in performance from pre-training (PH: 6.33  $\pm$  1.36 pegs; NPH: 4.83  $\pm$  1.60 pegs) to post-training (PH: 5.00  $\pm$  1.67 pegs; NPH: 3.66  $\pm$  1.50 pegs). No other significant main effect or interactions were found.

In the daily living center, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,13}$  = 5.095; p = .042), with a decrease in performance occurring from pre-training (9.73  $\pm$  2.12 pegs) to post-training (9.20  $\pm$  1.69 pegs). A significant interaction between time and gender with BH was found ( $F_{1,13}$  = 5.095; p = .042). In both genders, there was a decrease in performance from pre-training (males: 9.75  $\pm$  2.49 pegs; females: 9.71  $\pm$  1.79 pegs) to post-training (males: 9.37  $\pm$  2.06 pegs; females: 9.00  $\pm$  1.29 pegs). No other significant main effects or interactions were found.

Figure 3 presents the mean and standard deviation values of the DWT for the experimental group (males and females) of the hospital center, the residential care home, and the daily living center, according to the time of assessment (pre- and post-training) and the hand (PH and NPH).

In the experimental group of the hospital center, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,11}$  = 19.003; p = .001) and the NPH ( $F_{1,11}$  = 7.277; p = .021). Regarding the PH, there was a significant improvement in performance (from  $68.29 \pm 4.72 \%$  to  $74.81 \pm 5.72 \%$  of correct answers) from pre- to post-training. The same occurred with the NPH (from  $70.15 \pm 8.09 \%$  to  $77.84 \pm 6.35 \%$  of correct answers). No other significant main effect or interactions were found.

In the residential care home, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,20}$  = 13.349; p = .002) and the NPH ( $F_{1,20}$  = 16.936; p = .001). There was a significant improvement in performance from pre- to post- training of the PH (from 73.68 ± 10.55 % to 82.36 ± 5.88 % of correct answers) and the NPH (from 71.61 ± 9.74 % to 81.67 ± 6.51 % of correct answers). No other significant main effect or interactions were found.

In the daily living center, a significant main effect was also found for time with the PH  $(F_{1,19}=23.434;\ p<.001)$  and the NPH  $(F_{1,19}=58.478;\ p<.001)$ . There was a significant improvement in performance with the PH (from 72.28 10.72% to 82.09 4.38% of correct answers) and the NPH (from 72.43 11.37% to 82.96 5.28% of correct answers) from pre- to post- training. With the NPH a significant main effect was found for gender  $(F_{1,19}=19.728;\ p<.001)$  and for the interaction between time and gender  $(F_{1,19}=16.144;\ p=.001)$ . More particularly, females had a better performance (81.37  $\pm$  6.55 %) than males (70.33  $\pm$  5.74 %) and in both genders there was an improvement in performance from pre-training (males:  $60.60\pm7.62\%$ ; females:  $78.34\pm7.68\%$  of correct answers) to post-training (males:  $80.07\pm3.85\%$ ; females:  $84.40\pm5.42\%$  of correct answers).

Concerning the control group of the residential care home (older adults with mental health disorders), a significant main effect was found for time ( $F_{1,4}$  = 12.000; p = .026) with the PH. More specifically, there was a significant decrease in performance from pretraining (79.28 ± 2.97 % of correct answers) to post-training (73.22 ± 7.01 % of correct answers). No other significant main effect or interactions were found. In the residential care home, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,9}$  = 8.523; p = .017) and the NPH ( $F_{1,9}$  = 13.877; p = .005). There was a significant decrease in performance from pretraining (PH: 73.82 ± 6.39 % and NPH: 75.19 ± 5.87 % of correct answers) to post-training (PH: 67.48 ± 9.59 % and NPH: 67.48 ± 8.14 % of correct answers). No other significant main effect or interactions were found.

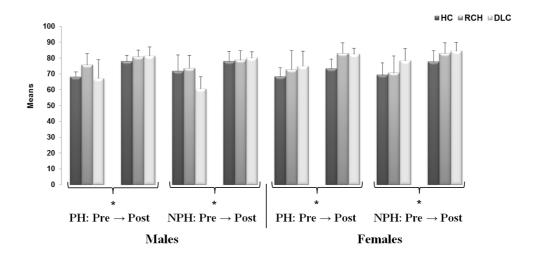


FIGURE 3 – Discrimination Weights Test: Means of percentages (%) with the preferred hand (PH) and the non-preferred hand (NPH) from pre- to post-training in each gender and context: HC (hospital center), RCH (residential care home), and DLC (daily living center), for the experimental group \* statistical significance  $p \le 0.05$ .

In the daily living center, a significant main effect was found for time with the PH ( $F_{1,13}$  = 11.898; p = .004) and the NPH ( $F_{1,13}$  = 8.701; p = .011). There was a significant decrease in performance from pre-training (PH: 75.75  $\pm$  6.67 %; NPH: 74.13  $\pm$  5.59 % of correct answers) to post-training (PH: 71.50  $\pm$  5.58 %; NPH: 71.71  $\pm$  4.94 % of correct answers). No other significant main effect or interactions were found.

#### DISCUSSION

The present study aimed to investigate the effects of a multimodal exercise program in the expression of motor fitness and functional motor asymmetry in older adults of both genders from different contexts. Synthesizing our results, the exercise program leads to an improvement of the performance of the limbs in the experimental group. Participants significantly increased their performance from pre- to post-training for the preferred and non-preferred hands. In our study and according to the subjects' manual dexterity (fine and global) the experimental group of all contexts (both genders included) presented a significant improvement from the beginning to the end of the multimodal exercise program. These results are in accordance with the results of Ranganathan, Siemionow, Sahgal, Lui, and Yue (2001) and Botelho and Azevedo (2009) since these authors concluded that older adults who were submitted to an exercise program improved their manual dexterity and visuomotor coordination when compared to their sedentary counterparts.

A key strength of our study was the inclusion of older adults from different contexts. In other words, our sample included more independent and active older adults living in their homes (and attending a daily living center), as well as older adults with less autonomy liv-

ing in a residential care home and a hospital center both with and without mental health disorders. It is important to point out that adults diagnosed with schizophrenia, included in our study, often presented problems in the domain of motivation and energy control, symptoms that reduce their capacity for healthy nutrition and regular physical exercise (e.g., Vancampfort et al., 2010). Nevertheless, in our study, the older adults belonging to the hospital center showed an improvement in their performance in the final measurement, with regard to the range of abilities developed and assessed.

Our findings are supported by other studies (Carmeli & Liebermann, 2007; Francis & Spidurso, 2000; Taguchi, Higaki, Inoue, Kimura, & Tanaka, 2010), suggesting that through exercise, older adults can gain better motor control, which is of great importance for an independent life, namely for the execution of many of their daily activities requiring manual skills (Carmeli & Liebermann, 2007; Francis & Spidurso, 2000). This hints that motor strategies and motor control of movements can be preserved using a multimodal exercise program where the abilities that sustain these movements and actions are systematically trained. Governments should be aware of the importance of developing multimodal exercise programs to assist sedentary older adults and to promote strategies allowing subjects to achieve old age with better health and function. In our opinion, finding ways to prevent or ameliorate age-related cognitive decline is a public health imperative, with potential benefits not just in terms of lessening aged care costs, but also in the enhancement of the well-being of a growing segment of society.

Through the data of the daily living center (e.g., Purdue Pegboard Test) our research supports some studies that suggest the superiority of females in manual dexterity (e.g., Amirjani, Ashworth, Gordon, Edwards, & Chan, 2007; Sarafraz & Vahedi, 2008). However, this is still a topic of controversy where other studies using other evaluation methods (e.g., the Pursuit Rotor Test) confirm the superiority of males in the same ability (e.g., Cāmina, Arce, Real, Cancela, & Romo, 2001). It is known that with aging there is a decrease in manual dexterity (e.g., Carment et al., 2018; Carmeli & Liebermann, 2007), as observed in our control group whose older adults diminished their performance from pre- to post-training. Emphasis is placed on several studies like ours, suggesting that the decline of manual dexterity can be fought with the practice of regular exercise (e.g., Botelho & Azevedo, 2009).

Beyond that, the older adults from all contexts improved their proprioceptive sensitivity from pre- to post-training. Probably, the reasons for these improvements are related to a more accurate muscle response to the movements and tasks required for the performance of everyday life activities. A better proprioceptive sensitivity also provides a higher conscientiousness of the body in the tridimensional space, allowing better information processing with respect to time and space parameters that provide a more independent life (Carmeli & Liebermann, 2007). In general, these studies refer to the belief that the functioning of the manual proprioceptive sensibility and manual dexterity are essential for

the accurate control in the manipulation of small objects and for the completion of many daily activities. With aging, the muscle strength, the sensibility, the touch-pressure threshold, the neuromuscular coordination, the vision, the hearing, the nerve conduction velocity, the skin receptors, the sensory perception, and the central processing change (Carmeli, Patish, & Coleman, 2003; Huy, 2019). These changes affect the hand function (Carmeli & Liebermann, 2007; Carmeli, Patish, & Coleman, 2003), but according to our results and others previously mentioned, exercise can delay the decline of these parameters or even promote their development.

In our study, concerning the variable gender and the interaction between time and gender in the experimental group, we verified an improvement in the older adults' proprioceptive sensitivity from the daily living center, with females having obtained a better performance than males with the NPH from pre- to post-training. In this context, Ranganathan et al. (2001) state that a training program that gives adequate stimuli to the sensory-motor system will possibly diminish the weakness related to age in the manual function. In this way, the exercise programs should explore exercises that emphasize the kinesthetic discrimination in order to improve the sensorial perception and the manual dexterity (Carment et al., 2018; Elfant, 1977). Considering this, the exercises of our one-year multimodal program were aimed primarily at promoting the development of hand-eye and foot-eye coordination and proprioceptive sensitivity.

To what concerns the proprioceptive sensitivity, the advantage of females over males (NPH) observed in our study can be a consequence of the type of activities traditionally performed by women, such as cooking, washing, and ironing. These activities, due to their nature, can afford a more proprioceptive sensitivity and dexterity proficiency in the use of the females' hands (e.g., Amirjani et al., 2007). Particularly, considering the NPH, females usually incorporate this hand into their routine in activities that recruit the use of the NPH in movements of support and fixation or in the performance of manual arts. These activities are performed less frequently among men who are better in the normal use of the PH to perform other activities related to manual skills, such as manual strength (Rand & Eng, 2010). As the proprioceptive sensitivity is a motor skill largely related to the implementation of tasks that require spatial orientation of the limb, perception, and precision, the specific activities of daily living could also favor females in somatosensory processing. On the other hand, in the Discrimination Weights Test, in all contexts the older adults of the control group showed a significant decline of their proprioceptive sensitivity. As it was concluded in the study of Takeshima, William, Ueya, and Tanaka (2000), the digital sensibility declines with the advancement of age.

Exercise seems to improve mental health and well-being, reduce depression and anxiety, and enhance cognitive functioning (e.g., Seino et al., 2019; Spirduso, 2009). The mental health disorder that characterizes a part of our sample is adults diagnosed with schizophrenia, whose

symptoms include not only the positive psychotic, disorganized thought and speech, delusions, hallucinations and other changes in perception, but also the negative symptoms, such as lack of motivation and social withdrawal (Cicero, Jonas, Li, Perlman, & Kotov, 2019; Sewell, Skosnik, Garcia-Sosa, Ranganathan, & D'Souza, 2010). The subjects of the experimental group benefited from the program, which helps outline strategies for action, either to improve their motor condition or to improve their quality of life, including their socio-affective relations. However, we emphasize that it is possible for these older adults to participate in these exercise programs. Researchers found that midlife exercises may reduce the risk of dementia decades later (e.g., Andel et al., 2008; Annear, Lucas, Wilkinson, & Shimizu, 2019), suggesting that exercise interventions should be explored as a potential strategy for delaying disease onset. They also found that light exercise, such as gardening or walking, and regular exercise involving sports were associated with reduced odds of dementia. It was verified in our study that the older adults of the control group decreased their performance in all the studied abilities. This suggests that inactivity affects functionality, mobility, and health, depriving older adults of an autonomous and healthy life and harming their quality of life (Carmeli & Liebermann, 2007; Spirduso, Francis, & MacRae, 2005; Vasconcelos, Cardozo, Lucchetti, & Lucchetti, 2016).

The major limitation of our study was finding a sufficient number of older adults with mental health disorders who could perform a one-year program of regular exercise. A key strength of our study is that, to our knowledge, there is not much existing information and systematic research on this subject. Therefore, we believe that our results can contribute to a better understanding of the effect of exercise on different abilities of older males and females from different contexts. Although the contexts of our study were not compared, we collected data and analyzed and discussed results coming from three different human realities in the same investigation, whereas the majority of studies conducted in this domain only deal with one context.

In summary, we partly confirmed our previous hypothesis, that our program of multimodal exercise had significant effects on older adults with and without mental health disorders from different contexts. We emphasize that we should give special attention to multicomponent exercise programs and apply them to older adults with or without mental health disorders since they improve motor fitness, which is important for an independent lifestyle and thus for an older adult's quality of life. In the domain of this investigation, we suggest a follow-up study to investigate the effect of inactivity after six months or one year.

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

The authors would like to thank for the financial support from the Instituto Português do Desporto e Juventude, I.P. for supporting the proofreading of this article.

#### **REFERENCES**

Amirjani, N., Ashworth, N., Gordon, T., Edwards, D., & Chan, K. (2007). Normative values and the effects of age, gender, and handedness on the Moberg Pick-Up Test. *Muscle & Nerve*, *35*(6), 788-792.

Andel, R., Crowe, M., Pedersen, N. L., Fratiglioni, L., Johansson, B., & Gatz, M. (2008). Physical exercise at midlife and risk of dementia three decades later: A population-based study of Swedish twins. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 63A(1), 62-66.

Annear, M., Lucas, P., Wilkinson, T., & Shimizu, Y. (2019). Prescribing physical activity as a preventive measure for middle-aged Australians with dementia risk factors. *Australian Journal of Primary Health*, 25(2), 108-112. doi:10.1071/PY18171

Botelho, M. F., & Azevedo, A. (2009). Manual reaction speed and manual dexterity in elderly people: A comparative study between elderly practitioners and non-practitioners of physical activity. *Sport Science*, *2*(1), 35-43. Cāmina, F., Arce, C., Real, E., Cancela, J. M., & Romo, V. (2001). Physical activity and the elderly person in Galicia: Assessing the physical condition of the elderly. In J. Mota & J. Carvalho (Eds.), *Actas do seminário. A qualidade de vida no idoso: O papel da actividade física* (pp. 25-35). FCDEF - UP.

Carmeli, E., & Liebermann, D. G. (2007). The function of the aging hand. In T. Kauffman, J. Barr, & M. Moran (Eds.), *Geriatric rehabilitation manual* (2<sup>nd</sup> ed.). London, UK: Churchill Livingstone.

Carmeli, E., Patish, H., & Coleman, R. (2003). The aging hand. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 58A(2), 146-152.

Carment, L., Abdellatif, A., Lafuente-Lafuente, C., Pariel, S., Maier, M. A., Belmin, J., & Lindberg, P. G. (2018). Manual dexterity and aging: A pilot study disentangling sensorimotor from cognitive decline. *Frontiers in Neurology*, *9*, article 910.

Cicero, D. C., Jonas, K. G., Li, K., Perlman, G., & Kotov, R. (2019). Common taxonomy of traits and symptoms: Linking schizophrenia symptoms, schizotypy, and normal personality. *Schizophrenia Bulletin*, 45(6), 1336-1348. doi:10.1093/schbul/sbz005

Comas-Herrera, A., Wittenberg, R., Martin Knapp, L. P., & MRC-CFAS. (2003). Cognitive impairment in older people: Its implications for future demand for services and costs (Personal Social Services Research Unit, Discussion Paper 1728/2). Retrieved from http://www.pssru.ac.uk/pdf/dp1728\_2.pdf

Coren, S. (1993). The Lateral Preference Inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness and earedness: norms for young adults. *Bulletin of the Psychotomic Society*, 31(1), 1-3.

Coren, S., Porac, C., & Duncan, P. (1979). A behaviorally validated self report inventory, to assess four types of lateral preferences. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 1, 55-64.

Elfant, I. L. (1977). Correlation between kinesthetic discrimination & manual dexterity. *American Journal of Occupational Therapy*, 33(1), 23-28.

Folstein, M. F., Robins, L. N., & Helzer, J. E. (1983). The Mini-Mental State Examination. *Archives of General Psychiatry*, 40(7), 812.

Francis, K. L., & Spidurso, W. W. (2000). Age differences in the expression of manual asymmetry. *Experimental Aging Research*, *26*, 169-180.

Huy, P. T. B. (2019). Age-related decline of vision, hearing, and balance: Pathophysiology and midlife prevention. In J.-P. Michel (Ed.), *Prevention of chronic diseases and age-related disability* (pp. 129-136). New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-3-319-96529-1\_14

Lafayette Instrument Company (1998). *Minnesota Manual Dexterity Test: Test administrator's manual* (Rev. ed. 1998). Lafayette, IN: Lafayette Instrument Company.

Lafayette Instrument Company (2002). *Purdue Pegboard Test: User instructions*. Lafayette, IN: Lafayette Instrument Company.

Lafayette Instrument Company (2004). *Discrimination Weights Test: User instructions*. Lafayette, IN: Lafayette Instrument Company.

Lord, S. R., & St George, R. (2003). Neurophysiological and sensory changes with ageing. In P. Sachdev (Ed.), The ageing brain. The neurobiology and neuropsychiatry of ageing. Zeitlinger. Leiden, Netherlands: Swets and Zietlinger

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2011). Fundamentos de pesquisa em enfermagem: Avaliação de evidências para a prática da enfermagem (7ª ed.) Porto Alegre: Artmed. Pols, M. A., Peeters, P. H., Bueno-de-Mesquita, H. B., Ocke, M. C., Wentink, C. A., Kemper, H. C., & Collette, H. J. (1995). Validity and repeatability of a modified Baecke questionnaire on physical activity. *International Journal of Epidemiology*, 24(2), 381-388.

Rand, D., & Eng, J. J. (2010). Arm-hand use in healthy older adults. *American Journal of Occupational Therapy*, 64(6), 877-885.

Ranganathan, V. K., Siemionow, V., Sahgal, V., Lui, J. Z., & Yue, G. H. (2001). Skilled finger movement exercise improves hand function. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, *56*, M518-M522.

Sarafraz, Z., & Vahedi, Z. (2008). Hand function related to age and sex. *Iranian Rehabilitation Journal*, *6*(7), 10-15. Seino, S., Kitamura, A., Tomine, Y., Tanaka, I., Nishi, M., Taniguchi, Y., ... Shinkai, S. (2019). Exercise arrangement is associated with physical and mental health in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *51*(6), 1146-1153.

Sewell, R. A., Skosnik, P. D., Garcia-Sosa, I., Ranganathan, M., & D'Souza, D. C. (2010). Behavioral, cognitive and psychophysiological effects of cannabinoids: Relevance to psychosis and schizophrenia. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 32(1), S15-S30.

Spirduso, W. W. (2009). The influence of exercise on cognition in older adults. *Revista de Investigación en Educación*, *6*, 195-198.

Spirduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2005). *Physical dimensions of aging*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Taguchi, N., Higaki, Y., Inoue, S., Kimura, H., & Tanaka, K. (2010). Effects of a 12-month multicomponent exercise program on physical performance, daily physical activity, and quality of life in very elderly people with minor disabilities: An intervention study. *Journal of Epidemiology*, 20(1), 21-29.

Takeshima, N., William, F., Ueya, S., & Tanaka, K. (2000). Age-related decreases in finger sensitivity can produce error in palpated heart-rate determination. *Journal of Aging and Physical Activity*, 8(2), 120-128.

van Strien, J. W. (2002). *The Dutch Handedness Questionnaire*. Rotterdam: FSW, Department of Psychology, Erasmus University.

Vancampfort, D., Knapen, J., Probst, M., Van Winkel, R., Deckx, S., Maurissen, K., ... de Hert, M. (2010). Considering a frame of reference for physical activity research related to the cardiometabolic risk profile in schizophrenia. *Psychiatry Research*, *177*, 271-279. Vasconcelos, A. P. S. L., Cardozo, D. C., Lucchetti, A. L. G., & Lucchetti, G. (2016). Comparison of the effect of different modalities of physical exercise on functionality and anthropometric measurements in commu-

nity-dwelling older women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(4), 851-856. doi:10.1016/j. jbmt.2016.02.010



REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DO DESPORTO

**2018**/3











REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DO DESPORTO

2018/3