

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Cássia Daniele Zaleski Trindade

PARÂMETROS BIOMECÂNICOS, FISIOLÓGICOS E NUTRICIONAIS DE
NADADORES COMPETITIVOS DA CATEGORIA MÁSTER

Porto Alegre, 2018

Cássia Daniele Zaleski Trindade

PARÂMETROS BIOMECÂNICOS, FISIOLÓGICOS E NUTRICIONAIS DE
NADADORES COMPETITIVOS DA CATEGORIA MÁSTER

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientação: Prof. Flávio Antônio de Souza Castro (UFRGS); co-orientação: Profa. Cláudia Dornelles Schneider (UFCSPA).

Porto Alegre, 2018

CIP - Catalogação na Publicação

Trindade, Cassia Daniele Zaleski
PARÂMETROS BIOMECÂNICOS, FISIOLÓGICOS E
NUTRICIONAIS DE NADADORES COMPETITIVOS DA CATEGORIA
MÁSTER / Cassia Daniele Zaleski Trindade. -- 2018.
99 f.

Orientador: Flavio Antonio de Souza Castro.

Coorientador: Claudia Dornelles Schneider.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,
Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. natação. 2. envelhecimento. 3. consumo de
oxigênio. 4. cinemática. 5. dieta. I. Castro, Flavio
Antonio de Souza, orient. II. Schneider, Claudia
Dornelles, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, pelo incentivo, compreensão e indias. Especialmente aos meus pais, pelo amor incondicional e suporte durante a minha formação; e ao meu irmão Rhuan, por ser minha inspiração e pelos conselhos acadêmicos.

Aos meus orientadores, Flávio e Cláudia, por todo o aprendizado, suporte e disponibilidade ao longo desses anos e, principalmente, por me instigarem a alcançar o meu melhor.

Ao GPEA, pela parceria! Sem vocês essa pesquisa não teria saído do papel. Especial agradecimento ao Wellington e Ricardo, pelos ensinamentos.

Aos meus amigos e colegas de natação, por serem a inspiração desse estudo.

Ao meu amado Geraldo, pelo companheirismo, paciência e incentivo.

Agradeço também ao imprescindível apoio da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

APRESENTAÇÃO

Essa dissertação de mestrado, cujo objetivo principal é avaliar desempenho, parâmetros biomecânicos, fisiológicos e nutricionais de nadadores competitivos da categoria máster, está organizada em capítulos. Os Capítulos I, II, IV e V são relativos à, respectivamente, Introdução, Revisão da Literatura, Discussão Geral e Perspectivas, todos gerais, e o Capítulo III relativo aos artigos, desenvolvidos de acordo com o tema central desta pesquisa:

1. Desempenho de nadadores máster em teste máximo de 200 m nado crawl
(a ser submetido)
2. Teste de velocidade incremental em natação: avaliação de nadadores máster
(a ser submetido)
3. Perfil nutricional e composição corporal de nadadores competitivos da categoria máster
(a ser submetido)

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o parecer nº 2.180.001 (ANEXO I), e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO II). Figuras referentes aos métodos dos artigos estão disponíveis como apêndice neste documento.

RESUMO

Esta dissertação possui o objetivo geral de analisar desempenho, parâmetros antropométricos, biomecânicos, fisiológicos e nutricionais de nadadores máster competitivos em diferentes faixas etárias. Participaram, de uma ou mais fases da pesquisa, 23 atletas máster de natação do sexo masculino, amadores, divididos por percentil de idade (P) em três grupos etários distintos. Os atletas foram avaliados quanto à antropometria e composição corporal; o desempenho, o pico de consumo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) e os parâmetros biomecânicos (frequência de braçada, distância por ciclo de braçada, velocidade de nado e índice de nado) foram avaliados em um teste de 200 m nado crawl (T200), sob máxima intensidade. Parâmetros fisiológicos (consumo máximo de oxigênio - $VO_{2\text{max}}$, concentração de lactato sanguíneo, frequência cardíaca) e psicofisiológicos (percepção subjetiva ao esforço) foram obtidos de um teste progressivo composto por n repetições de 200 m nado crawl. Os parâmetros nutricionais foram obtidos a partir de registro alimentar de sete dias. Os dados, entre as faixas etárias, foram comparados por meio de estatística inferencial e calculados os tamanhos de efeito. O desempenho no T200 decai com o a idade, e apresenta correlação com $VO_{2\text{pico}}$ e variáveis biomecânicas. $VO_{2\text{max}}$ possui grande variabilidade entre os grupos etários, sendo influenciado por outros fatores além da idade. Ademais, nadadores máster de diferentes faixas etárias são muito similares quanto à composição corporal, ingestão e gasto energético.

Palavras-chaves: natação, envelhecimento, consumo de oxigênio, cinemática

ABSTRACT

The general aim of this master thesis investigation was to analyze performance and anthropometric, biomechanics, physiologic, and nutritional parameters of master swimmers in different age groups. Twenty-three male masters swimmers had participated of one or more research stages, divided into three groups accordantly to age percentile. Athletes were evaluated for anthropometry and body composition; performance, peak oxygen consumption (VO_{2peak}) and biomechanics variables (stroke rate, stroke length, swimming speed and swimming index) were obtained from a race-pace 200 m front crawl swimming test (T200). Physiological data (maximum oxygen consumption - VO_{2max} , blood lactate concentration and heart rate) and psychophysiological (rate of perceived exertion) were obtained from a n x 200 m progressive front crawl swimming test. Seven days food record was used to obtain nutritional variables. Data between age groups were compared using inferential statistics and effects size were calculated. T200 performance decreases with age and presents correlation with VO_{2peak} and biomechanics variables. VO_{2max} has high variability among groups, being influenced by other factors besides age. In addition, masters swimmers age group are similar in terms of nutrition, body composition, food intake and energy expenditure.

Key-words: swimming, aging, oxygen consumption, kinematics

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

>	Maior
≥	Maior ou igual
<	Menor
≤	Menor ou igual
=	Igual
~	Aproximadamente
±	Mais ou menos
®	Marca registrada
Σ	Soma
* ou x	Multiplicação
%	Percentual
%FCmaxest	Percentual da frequência cardíaca máxima estimada
%VET	Percentual do valor energético total
[La]	Concentração de lactato sanguíneo
[LA]rep	Concentração sanguínea de lactato em repouso
[LA]max	Máxima de concentração de lactato pós esforço
°C	Graus Celsius, unidade de medida de temperatura
AG	Ácido graxo
bpm	Batimentos por minuto
CHO	Carboidrato
cm	Centímetros
D	Domingo
DE	Disponibilidade energética
DOC	Dobra cutânea
DC	Distância média percorrida pelo corpo por ciclo de braçada
DiffFCmax	Diferença entre frequência cardíaca máxima estimada e frequência cardíaca máxima atingida no esforço
dp	Desvio padrão
DXA	<i>Dual-energy X-ray Absorptiometry</i>
EP	Esforço Percebido
EPrep	Esforço percebido em repouso
EPpico	Pico de esforço percebido
Ex	Exemplo
FA	Fator atividade
FB	Frequência de ciclos de braçadas (ciclos.min ⁻¹)
FC	Frequência cardíaca (bpm)
FCrep	Frequência cardíaca de repouso
FCmax	Frequência cardíaca máxima atingida no esforço
FCmaxest	Frequência cardíaca máxima estimada
FINA	Federação Internacional de Natação
FINAp	Índice FINA
g	Gramas, unidade de medida de massa
G1	Grupo 1

G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
GEE	Gasto energético específico com exercício
GET	Gasto energético total
$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$	Gramas por quilo de massa corporal por dia
h	Horas
H^+	Íon hidrogênio
Hz	Hertz
IN	Índice de nado ($\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$)
$\text{kcal}\cdot\text{MM}^{-1}$	Quilocalorias por quilograma de massa magra
km	Quilometro
La	Lactato
LIP	Lipídios
M	Metros
MET	Equivalente metabólico
$\text{ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$	Mililitros por quilogramas de massa corporal por minuto
$\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$	Milimol por litro
$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	Metros por segundo
n	amostra
O_2	Oxigênio
P	percentil
PTN	Proteína
Q	4ª feira
Qi	5ª feira
RER	Taxa de troca respiratória
s	Segundos
S	2ª feira
Sb	Sábado
Sx	6ª feira
T	3ª feira
T200	Teste de 200 m máximo
UT	Unidade de treinamento
VET	Valor energético total
VN	Velocidade de nado
VO_2	Consumo de oxigênio
$\text{VO}_{2\text{rep}}$	Consumo de oxigênio do repouso
$\text{VO}_{2\text{pico}}$	Pico de consumo de oxigênio
$\text{VO}_{2\text{max}}$	Consumo máximo de oxigênio
vs	Versus

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1. Comportamento da distância média percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas (DC) em cada parcial de 50 m do T200. Nota: \$ indica diferença para 150 m ($p < 0,05$); # indica diferença para 200 m ($p < 0,05$); G1, $33,9 \pm 1,7$ anos ($n=8$); G2, $44,7 \pm 1,9$ anos ($n=8$) e G3, $59,4 \pm 8,7$ anos ($n=7$)..... 30

Figura 2. Comportamento da frequência média de ciclo de braçadas (FB) em cada parcial de 50 m do t200. Nota: * indica diferença para 100 m ($p < 0,05$); # indica diferença para 200 m ($p < 0,05$); g1, $33,9 \pm 1,7$ anos ($n=8$); g2, $44,7 \pm 1,9$ anos ($n=8$) e g3, $59,4 \pm 8,7$ anos ($n=7$). . 30

Figura 3. Comportamento da velocidade média de nado (VN) em cada parcial de 50 m dot200. Nota: * indica diferença para 100 m ($p < 0,05$), \$ indica diferença para 150 m ($p < 0,05$); # indica diferença para 200 m ($p < 0,05$); g1, $33,9 \pm 1,7$ anos ($n=8$); g2, $44,7 \pm 1,9$ anos ($n=8$) e g3, $59,4 \pm 8,7$ anos ($n=7$)..... 31

Artigo 2

Figura 4. Exemplo de curva de consumo de oxigênio obtida durante teste incremental. No exemplo o nadador realizou seis repetições de 200 m..... 49

Figura 5. Volume de treinamento em natação (km) e carga de treinamento (u.t.) ao longo de uma semana conforme o grupo etário de nadadores máster. As barras representam o volume e a linha representa a carga de treinamento. O n identificado abaixo de cada coluna, se refere ao número de atletas que treinam naquele dia da semana.). S: 2ª feira, T: 3ª feira, Q: 4ª feira, Qi: 5ª feira, Sx: 6ª feira, Sb: sábado, D: domingo..... 51

Figura 6. Dispersão de VO_{2max} entre os grupos..... 53

Artigo 3

Figura 7. Volume de treinamento em natação (km) e carga de treinamento (u.t.) diários conforme o grupo etário de nadadores máster. As barras representam o volume e a linha representa a carga de treinamento. O n identificado abaixo de cada coluna, se refere ao número de atletas que treinam naquele dia da semana.). S: 2ª feira, T: 3ª feira, Q: 4ª feira, Qi: 5ª feira, Sx: 6ª feira, Sb: sábado, D: domingo..... 69

Figura 8. Distribuição do balanço energético entre os grupos. A faixa cinza delimita o intervalo de 95 a 105%.....	72
Figura 9. Distribuição da disponibilidade energética entre os grupos. A faixa cinza delimita o intervalo de 30 a 45 kcal.mm ⁻¹	72
Figura 10. Ingestão e gasto energético de nadadores máster ao longo de uma semana. As barras hachuradas representam a ingestão de energia (CHO: carboidrato, PTN: proteína, LIP: lipídios) e as barras sólidas representam o gasto de energia (TMB: taxa metabólica basal, FA: fator atividade, GEE: gasto energético específico com exercício). S: 2 ^a feira, T: 3 ^a feira, Q: 4 ^a feira, QI: 5 ^a feira, Sx: 6 ^a feira, SB: sábado, D: domingo.....	73
Figura 11. Ingestão energética e gasto energético ao longo de uma semana em dois nadadores máster. As barras hachuradas representam a ingestão de energia (CHO: carboidrato, PTN: proteína, LIP: lipídios) e as barras sólidas representam o gasto de energia (TMB: taxa metabólica basal, FA: fator atividade, GEE: gasto energético específico com exercício). S: 2 ^a feira, T: 3 ^a feira, Q: 4 ^a feira, QI: 5 ^a feira, Sx: 6 ^a feira, sb: sábado, D: domingo.....	74

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1. Variáveis antropométricas e índice fina dos nadadores máster (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança)..... 27

Tabela 2. Parâmetros fisiológicos dos nadadores máster (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança)..... 28

Tabela 3. Valores médios dos dados biomecânicos dos nadadores máster (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança). 29

Artigo 2

Tabela 4. Idade, índice fina e variáveis antropométricas (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança)..... 50

Tabela 5. Parâmetros fisiológicos dos nadadores máster (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança)..... 52

Artigo 3

Tabela 6. Características de desempenho, tempo de treinamento, composição corporal e gasto energético de nadadores master (valores expressos em média \pm DP, intervalo de confiança). 68

Tabela 7. Parâmetros nutricionais dos nadadores máster conforme o grupo etário (conforme 7 dias de registro alimentar)..... 71

SUMÁRIO

Capítulo I: Introdução Geral	12
Capítulo II: Revisão da Literatura	14
5.1 Consumo de oxigênio, envelhecimento e natação	14
5.2 Concentração de lactato e desempenho em natação.....	16
5.3 Biomecânica da natação	17
5.4 Nutrição e desempenho em natação	18
Capítulo III: Estudos.....	21
Estudo 1: Desempenho de nadadores máster em teste máximo de 200 m nado crawl	21
Estudo 2: Teste de velocidade incremental em natação: avaliação de nadadores máster.....	44
Estudo 3: Perfil nutricional e composição corporal de nadadores competitivos da categoria máster	61
Capítulo IV: Conclusões Finais e Limitações.....	84
Capítulo V: Direções	85
Referências.....	86
ANEXO I	92
ANEXO II.....	93
APÊNDICE 1	96
APÊNDICE 2.....	97
APÊNDICE 3.....	98

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO GERAL

A natação é um esporte que possui exigências de força e resistência em diferentes combinações dos sistemas energéticos; bem como exige técnica adequada para vencer o arrasto e gerar propulsão (TOUSSAINT & TRUIJENS, 2005). Na natação competitiva são reconhecidos diferentes estilos de nados e provas – as quais podem ser compostas por um estilo individual ou em combinação (*medley*) (SHAW et al., 2014).

O atleta que participa de esportes de caráter competitivo necessita de treinamento sistemático, sendo que a participação em eventos competitivos pode servir de estímulo para treinamento mais intenso. Na natação, o atleta pode ser considerado veterano a partir de 25 anos de idade. Neste caso, é possível participar de competições para atletas máster. As competições para atletas máster apresentam, com frequência, bom nível técnico, podendo contar com a presença de atletas experientes (que continuam competindo após encerrar suas carreiras como federados) e também de iniciantes (que decidem iniciar a prática de exercícios competitivos após muitos anos sem treinamento) (LAZZOLI, 2001). Dados da Federação Internacional de Natação – FINA – sobre os campeonatos mundiais de natação máster (*World Masters Championships*) de 1986 até 2014 mostram que, para a maior parte das idades e provas, ocorreu crescimento no número de participantes e melhora de desempenho ao longo dos anos (KNECHTLE et al., 2016).

Desempenho, em natação, pode ser considerado como nadar a distância prescrita, sob as regras estabelecidas, no menor tempo possível (MUJIKÁ et al., 2002; TERMIN & PENDERGAST, 2000). Neste cenário é importante a obtenção de informações sobre os indicadores de desempenho de atletas máster competitivos. A utilização de parâmetros relacionados à energética, como consumo de oxigênio e concentração de lactato, permite identificar os níveis de contribuição dos sistemas energéticos (aeróbio e anaeróbio) (MATOS & CASTRO, 2013) e suas relações com o desempenho (BARBOSA et al., 2010). O pico de desempenho para nadadores ocorre dos 20 ao início dos 30 anos (FAIRBROTHER, 2007); sendo que com o avançar da idade, verifica-se declínio progressivo no desempenho (TANAKA & SEALS, 2003).

Ainda, como critério de avaliação de desempenho, parâmetros biomecânicos, como a velocidade média de nado (VN), que é o produto entre a distância percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçada (DC) e a frequência de ciclos de braçada (FB), têm sido apontados como indicadores do desempenho, especialmente em relação à técnica de nado (CRAIG &

PENDERGAST, 1979). Tais parâmetros variam em função da intensidade de nado (CASTRO et al., 2005), da instalação do processo de fadiga (FRANKEN et al., 2016), da idade (KJENDLIE et al., 2004), do nível de desempenho do nadador (COSTILL et al., 1985), da antropometria (PELAYO et al., 1996; PELAYO et al., 1997), dentre outros fatores que interagem para determinar o desempenho.

Além dos parâmetros já citados, a dieta é fator importante para o atleta, visto que interfere tanto nas respostas adaptativas ao treinamento, quanto nos parâmetros de saúde, por exemplo. O bom desempenho físico para indivíduos que praticam exercícios, mas que não estão preocupados com performance, pode ser atingido por uma dieta balanceada que atenda às recomendações preconizadas para a população em geral (HERNANDEZ & NAHAS, 2009). Entretanto, quando o indivíduo busca a melhora de desempenho, a nutrição tem papel ainda mais importante e deve ser pensada de forma a atender as necessidades individuais de cada atleta em relação às demandas específicas de treinamento e da competição (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016).

Considerando (i) as relações entre os domínios da biomecânica, da fisiologia e da nutrição, em relação ao desempenho em natação, (ii) o número de atletas máster em natação, e (iii) o desafio de se integrar os conhecimentos das diferentes áreas, esta dissertação buscou analisar desempenho, parâmetros antropométricos, biomecânicos, fisiológicos e nutricionais de nadadores máster competitivos em diferentes faixas etárias.

CAPÍTULO II: REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão revisados os seguintes temas: (i) consumo de oxigênio, envelhecimento e natação; (ii) concentração de lactato e desempenho em natação; (iii) biomecânica da natação (iv) nutrição e desempenho em natação.

5.1 CONSUMO DE OXIGÊNIO, ENVELHECIMENTO E NATAÇÃO

A capacidade aeróbia, avaliada/mensurada por meio do consumo de oxigênio (VO_2) pode ser conceituada como a capacidade de captação, transporte e utilização de oxigênio por um indivíduo. Ao passo que a intensidade do exercício aumenta, o consumo de oxigênio também aumenta, até que atinja valores máximos, independente de incremento de carga. Embora o consumo e seu comportamento varie entre indivíduos em razão de diferenças biológicas (ex. idade, sexo, composição corporal) e de treinamento (McARDLE, KATCH & KATCH, 2011). A natureza do ajuste no VO_2 na transição do repouso para o exercício é dependente da intensidade do esforço realizado. Nos domínios de intensidades moderada e elevada há o aparecimento do estado de equilíbrio do VO_2 , porém em intensidades severas não há a obtenção do estado de equilíbrio, e pode levar ao alcance do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), denominado de capacidade aeróbia máxima (HILL, POOLE & SMITH, 2002).

O VO_{2max} é um parâmetro avaliativo que corresponde à taxa máxima de captação ao nível de alvéolos, transporte aos tecidos e utilização de oxigênio pelo organismo durante um exercício. Visto que este parâmetro está diretamente relacionado ao débito cardíaco e à diferença arteriovenosa de oxigênio – é considerado um importante indicador cardiorrespiratório e uma medida fundamental da capacidade funcional fisiológica para o exercício (McARDLE, KATCH & KATCH, 2011).

O envelhecimento atua em diferentes parâmetros da aptidão física, massa corporal, composição corporal (diminuição da massa livre de gordura) e estatura. Quanto aos aspectos neuromotores, há perda da área dos músculos esqueléticos conforme o passar dos anos, devido à diminuição do número e tamanho das fibras musculares, especialmente as do tipo II – contração rápida – e perda progressiva de força muscular (TIELAND, TROUWBORST & CLARK, 2018). Já efeitos relacionados às variáveis metabólicas acontecem pela diminuição da capacidade aeróbia (LEPERS & STAPLEY, 2016). Todas essas variáveis levam à diminuição da tolerância ao exercício físico e associam-se à limitação do sistema de transporte de oxigênio relacionada à cinética do VO_2 - desencadeada por alterações de utilização, transporte e

distribuição de oxigênio (POOLE & MUSCH, 2010).

As alterações mencionadas começam a ser percebidas por volta dos 50 anos de idade, e para a maior parte das pessoas sedentárias saudáveis, para o VO_{2max} a perda é gradual, aproximadamente 1% ao ano ou 10% por década, a partir dos 25 anos. Todavia, para indivíduos ativos, esses valores parecem ser maiores em comparação a sedentários, sendo uma hipótese para a maior taxa de declínio o alto valor de consumo quando jovens adultos associado à diminuição da intensidade e volume de treinamento ao longo do envelhecimento. Ademais, quando comparados a pessoas sedentárias, atletas máster possuem um maior VO_{2max} , o que implica em uma melhor autonomia física, qualidade de vida, independência e menor risco de mortalidade por todas as causas (TANAKA & SEALS, 2003). Bongard et al. (2007) encontraram que, quando comparados a sedentários de mesma idade, nadadores máster possuem maior VO_{2max} . Grey et al. (2015) avaliaram a cinética do VO_2 em indivíduos do sexo masculino, treinados e não treinados, em diferentes faixas etárias; os resultados mostraram que a diminuição na cinética do VO_2 – tipicamente observada em indivíduos idosos – pode ser prevenida por intervenções de treinamento de resistência aeróbia de longo prazo.

O VO_{2max} é um indicador direto da capacidade de fornecer energia para as contrações musculares durante o exercício aeróbio. Já a capacidade aeróbia – manutenção de um nível elevado de VO_2 por um longo período de tempo – é um dos principais determinantes do desempenho na natação (ZACCA e CASTRO, 2012). Existe relação positiva entre o desempenho em eventos esportivos de resistência aeróbia, como 400 m, 800 m e 1500 m em natação, e o consumo máximo de oxigênio. Por outro lado, para nadadores especialistas em provas de menor duração (nas distâncias de 50 m, 100 m ou 200 m), o VO_{2max} tem seu papel durante os intervalos das séries de treinamento repetitivo (JORGIC et al., 2011), relacionado à recuperação entre os esforços.

Resultados de estudo prospectivo que avaliou o VO_{2max} em atletas máster de natação, de ambos os sexos, ao longo de uma temporada, mostrou aumento do VO_{2max} ao longo do tempo. Tal fato mostra que essa população possui margem para progresso – visto que muitos atletas apresentavam baixo nível de condicionamento no início do estudo (FERREIRA et al., 2015). Todavia, são escassos os estudos que avaliam o VO_{2max} a partir de medições diretas em piscina (SOUSA et al. 2014). Estudos com atletas máster, ao nosso conhecimento, que envolveram VO_{2max} , foram realizados apenas com a coleta de gases após cada série de nado (método de retroextrapolação a partir da curva de recuperação do VO_2) (MEJIAS et al., 2014; FERREIRA et al., 2015). Muitas vezes, ao longo de teste para obtenção de VO_{2max} , parâmetros

que permitem identificar o consumo máximo de oxigênio não são observados, deste modo, o maior valor de VO_2 identificado no teste ($\text{VO}_{2\text{pico}}$) é considerado como o $\text{VO}_{2\text{max}}$, especialmente em natação. Contudo, o $\text{VO}_{2\text{pico}}$ também pode ser mensurado com vista a avaliar a capacidade aeróbia em testes em que o $\text{VO}_{2\text{max}}$ não é obtido (RIBEIRO et al., 2015).

5.2 CONCENTRAÇÃO DE LACTATO E DESEMPENHO EM NATAÇÃO

Os processos metabólicos aeróbios durante o exercício físico, dependendo da intensidade, nem sempre são suficientes para o adequado fornecimento de energia à intensidade requerida. Desta forma, energia adicional é derivada de outras rotas metabólicas, como o catabolismo da glicose até piruvato. Durante atividades realizadas em altas intensidades, sustentadas no tempo, a formação de piruvato ultrapassa a capacidade da mitocôndria de utilizá-lo, deslocando-o para a produção de lactato. O aumento da concentração de lactato no sangue geralmente ocorre concomitantemente com o aumento da acidose celular, o que torna esse sal um sinalizador indireto das reações metabólicas (aumento da liberação de prótons e diminuição do pH sanguíneo) (MATOS e CASTRO, 2013).

A concentração de lactato no sangue ($[\text{La}]$) pode indicar intensidade do exercício, adaptação ao treinamento (CAIRNS, 2006) e contribuição do metabolismo anaeróbio ao exercício (JOYNER & COYLE, 2008); além disso, também é utilizada para avaliação da capacidade aeróbia de nadadores (PELARIGO, DENADAI & GRECO et al., 2011). Em estudo com nadadores máster, o pico de $[\text{La}]$ obtido após um teste de 100 m livre foi de $14,25 \pm 3,34 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, 8,4% maior comparando grupo de 25-35 anos com grupo mais velho (≥ 56 anos), porém sem diferença estatística (REABURN & MACKINNON, 1990). Por outro lado, comparando atletas de $65 \pm 1,2$ anos com atletas mais jovens ($26 \pm 0,7$ anos), a $[\text{La}]$ foi menor a partir de intensidade relativa à 60% do $\text{VO}_{2\text{max}}$, o que evidencia os efeitos da idade na concentração de lactato. Esses efeitos podem ser explicados pela menor produção de lactato decorrente de um menor volume muscular (MASSÉ-BIRON et al., 1992).

As diferentes provas realizadas em natação possuem exigências energéticas distintas. Considerando o tempo de duração, provas mais curtas (ex. 50 e 100 m) possuem uma maior contribuição do metabolismo anaeróbio, ao passo que em provas mais longas (ex. 400 m) o metabolismo aeróbio predomina (TOUSSAINT et al., 1998). O desempenho em provas com duração entre 1 e 4 minutos tem sido associado a atletas que conseguem produzir e sustentar altos níveis de lactato durante esse período (AVLONITOU, 1996).

As provas de 200 m em natação são eventos competitivos predominantes, e com isso, são de grande interesse. Os 200 m realizados em nado crawl possuem características

metabólicas que contemplam grande participação de ambos sistemas energéticos, anaeróbio e aeróbio (CASTRO & MOTA, 2010; FIGUEIREDO et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2013), e o desempenho em prova é fortemente influenciável por essas interações entre os sistemas energéticos, que alteram o comportamento cinemático de nado (FIGUEIREDO et al., 2013).

5.3 BIOMECÂNICA DA NATAÇÃO

Parâmetros biomecânicos acrescentam diversas informações aos parâmetros fisiológicos na análise do desempenho em natação, especialmente em relação à técnica de nado (CRAIG & PENDERGAST, 1979). Assim como observado com parâmetros fisiológicos, são esperadas alterações nessas variáveis em relação às necessidades de adequação às demandas de intensidade (FRANKEN et al., 2008). Alterações na velocidade de nado (VN), bem como na cinemática da braçada: frequência (FB) e distância por ciclo de braçada (DC) têm sido amplamente estudadas (BARBOSA et al., 2011). A FB é definida pelo número de ciclos de braçada executadas por unidade de tempo e a DC é a distância horizontal média percorrida pelo corpo durante a realização de um ciclo completo de braçadas do nadador, sendo sua relação com a VN demonstrada pela equação: $VN = FB * DC$ (CRAIG & PENDERGAST, 1979; HAY & GUIMARÃES, 1983).

Sendo assim, para manter determinada VN, os nadadores geralmente adotam uma combinação inconsciente que julgam ser mais eficiente entre a FB e a DC. Tanto o aumento da DC, quanto da FB geram incremento na VN e, conseqüentemente, no desempenho; entretanto, há relação inversa entre tais variáveis – a medida que uma aumenta a outra diminui (HAY e GUIMARÃES, 1983). Quando é necessário um aumento agudo na VN, a estratégia observada é um incremento da FB (WAKAYOSHI et al., 1995; YANAI, 2003; MARINHO et al., 2006), representando um ajuste neuromuscular à uma nova situação de intensidade mais elevada de nado. Por outro lado, como resposta ao treinamento, o efeito crônico gera o aumento da VN decorrido por incremento da DC, devido a adaptações fisiológicas e técnicas (YANAI, 2003).

Espada et al. (2016) observaram que o desempenho em atletas máster jovens (30 – 39 anos) possui maior dependência dos parâmetros biomecânicos (FB e DC) quando comparado a nadadores mais velhos (40 – 49 anos). Zamparo et al. (2012), ao avaliar nadadores de 30 a 80 anos, em teste sub-máximo com duração de quatro minutos, mostraram que a FB se manteve constante em todas as idades, com média de $0,41 \pm 0,1$ Hz tanto no grupo de 30 a 40 anos, quanto no grupo de 70 a 80 anos. Todavia a DC diminuiu com a idade, tornando-se significativamente menor em indivíduos mais velhos (60 – 80 anos), média de $2,27 \pm 0,2$ m no

grupo de 30 a 40 anos e $1,47 \pm 0,4$ m no grupo de 60 a 70 anos, resultando em uma redução da velocidade.

De modo indireto, parâmetros cinemáticos do nado podem estimar a economia em natação, por meio do índice de nado (IN), proposto inicialmente por Costill et al. (1985). O IN é o produto entre a VN e a DC e, ao passo que nadadores mais econômicos tendem a produzir maiores valores de DC, em uma mesma velocidade de nado, o nadador com maior IN será o mais econômico (COSTILL et al., 1985). Ferreira et al. (2015), analisando o desempenho de nadadores máster ao longo de uma temporada, encontraram valores médios iniciais de IN de $2,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, sendo que ocorreu um aumento, não significativo, de 6,9% ao final da temporada, porém indicando melhora na economia de nadadores másters.

5.4 NUTRIÇÃO E DESEMPENHO EM NATAÇÃO

Segundo o mais recente posicionamento da *Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine* (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016) a dieta deve fornecer suporte nutricional que mantenha o atleta saudável e livre de lesões ao passo que maximiza as adaptações funcionais e metabólicas de um programa de treinamento periodizado. Dessa forma, os atletas necessitam consumir uma dieta individualizada e de boa qualidade que atenda as demandas de energia, proveniente da adequada distribuição dos macronutrientes; micronutrientes, especialmente cálcio, vitamina D, ferro e antioxidantes; e água, a fim de garantir a otimização do desempenho e da recuperação ao exercício.

O consumo energético adequado é necessário para garantir energia suficiente às necessidades básicas (ex. manutenção celular, imunidade, termorregulação), às demandas do exercício físico e ao crescimento tecidual (IOC, 2012). Quanto aos macronutrientes, os carboidratos recebem grande atenção no exercício devido a suas grandes contribuições para o desempenho; fornecendo energia ao sistema nervoso, participando de vias aeróbias e anaeróbias, ou seja, presentes em uma grande variação de intensidades. Além disso, seu estoque corporal pode ser manipulado agudamente (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016). Quanto às proteínas, o consumo adequado garante suporte metabólico às adaptações, remodelamento, reparo e *turnover* proteico; já uma dieta hiperproteica, pode ser utilizada em momentos de déficit energético visando à manutenção do tecido muscular (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016; JÄGER et al., 2017). Os lipídios são uma fonte importante de energia (e de reserva energética), sendo também carreadores de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais e substrato para síntese de hormônios, composição de membranas celulares e da

bainha de mielina. Além de glicogênio, o músculo armazena também triglicerídeos, os quais se tornam uma fonte importante de energia durante o exercício que possibilite o metabolismo aeróbio (STELLINGWERFF, MAUGHAN & BURKE, 2011; THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016).

Ademais, os requerimentos nutricionais não são estáticos, ou seja, devem acompanhar as mudanças nos ciclos de treinamento, desta forma a dieta também deve ser periodizada tanto conforme os ciclos, quanto conforme as sessões diárias de treinamento (MUJICA, STELLINGWERFF & TIPTON, 2014). O consumo energético adequado é essencial para o atleta, visto que o seu déficit prolongado pode afetar negativamente o desempenho e implicar em prejuízos para a saúde, induzindo supressão dos sistemas endócrino e metabólico, diminuindo a taxa metabólica basal, comprometendo o sistema imune e a densidade óssea (IOC, 2012; MELIN et al., 2014, VAN HEEST et al., 2014). Diferentes estratégias nutricionais são possíveis de serem utilizadas para aumentar o desempenho de atletas (ex. maximização dos estoques de glicogênio, ingestão de carboidrato durante prova e treinamento com baixa disponibilidade de carboidrato) (BURKE et al., 2018). O treinamento sob menor disponibilidade de carboidratos parece maximizar a atividade de genes e proteínas envolvidas no metabolismo de carboidratos e/ou lipídios e promover maior estímulo para a biogênese mitocondrial. Essa estratégia deve ser periodizada durante o programa de treinamento e sessões de alta intensidade devem ser realizadas com alta disponibilidade de carboidratos para permitir o atleta mimetizar o ritmo e estratégia de prova (HAWLEY et al., 2018). Sendo assim, a modulação da ingestão nutricional propicia maiores ganhos no desempenho.

Todavia, é frequente que avaliações da ingestão energética demonstrem valores abaixo da recomendação. Ao avaliar 324 atletas de diferentes modalidades esportivas, foi encontrado déficit na ingestão energética, mesmo quando há consumo de suplementos alimentares (LUN, ERDMAN & REIMER, 2009); tal situação também é encontrada em estudos com nadadores (HASSAPIDOU & MANSTRATONI, 2001; FARAJIAN et al., 2004, MARTINEZ, 2011; TRINDADE et al., 2017). Estudos que avaliaram o consumo alimentar de atletas amadores competitivos mostram inadequação quanto ao consumo energético e de macronutrientes (GOMES et al., 2009; MARQUES et al, 2015). Além disso, Lima et al. (2007), ao avaliarem atletas amadores, encontraram que 65,1% dos atletas entrevistados não recebiam qualquer orientação nutricional; dos que recebiam, somente 53,4% eram acompanhados por nutricionista, os demais citaram receber orientações do treinador, médico ou amigo. A orientação nutricional por profissional qualificado é de extrema importância para estabelecer

um padrão alimentar que atinja as necessidades dos atletas, a fim de garantir saúde, aumento do desempenho e a recuperação ao exercício.

CAPÍTULO III: ESTUDOS

ESTUDO 1: DESEMPENHO DE NADADORES MÁSTER EM TESTE MÁXIMO DE 200 M NADO CRAWL

Resumo

Ao mesmo tempo que há crescimento no número de participantes de competições másters de natação, esses atletas vêm apresentando melhoras no desempenho ao longo dos anos. Neste cenário é importante obter informações sobre os indicadores de desempenho nessa população. O objetivo deste estudo foi avaliar parâmetros fisiológicos e cinemáticos de nadadores da categoria máster competitivos em teste de máxima intensidade, correlacionando estes parâmetros com desempenho. A amostra foi composta por 23 atletas, divididos em três grupos etários (Grupo 1: $\leq 33,9 \pm 1,7$ anos ($n=8$), Grupo 2: $44,7 \pm 1,9$ anos ($n=8$) e Grupo 3: $59,4 \pm 8,7$ anos ($n=7$)). Foram obtidas medidas antropométricas (massa corporal, estatura e envergadura) e de composição corporal (gordura corporal). Foram registrados os tempos em eventos competitivos e transformados em pontos. O tempo para completar um teste máximo de 200 m foi definido como desempenho em teste, e, ao mesmo tempo, foram coletados parâmetros fisiológicos ($VO_{2\text{pico}}$ e FC_{max}) e biomecânicos (FB, DC e VN). Estatística descritiva e inferencial (alfa de 0,05) foram utilizadas. Foi observado que o desempenho diminui à medida que a idade aumenta. Para frequência cardíaca máxima e pico do consumo de oxigênio, 30% e 59% da variância dos dados, respectivamente, são explicados pela idade. Parâmetros biomecânicos apresentam menores valores para G3, quando comparados ao G1, contudo, os atletas apresentam o mesmo comportamento nas variáveis biomecânicas ao longo dos 200 m em máximo. Apesar da grande influência dos parâmetros fisiológicos no desempenho, a técnica em natação é essencial na produção de forças propulsivas e diminuição no arrasto. Sendo assim, treinadores de nadadores máster devem trabalhar além da potência metabólica total, incluindo o desenvolvimento da técnica no treinamento.

Palavras-chaves: natação, desempenho, consumo de oxigênio

Introdução

A natação competitiva em piscina é composta por distâncias que variam dos 50 m aos 1500 m, podendo ser realizada em quatro estilos de nado, individualmente ou em combinação (*medley*) (PYNE & SHARP, 2014). O nado crawl, normalmente executado em provas de estilo livre, é considerado o mais tradicional, mais rápido (DE OLIVEIRA et al., 2009) e mais econômico (CAPUTO et al., 2006). Da natação máster participam indivíduos com idade a partir de 25 anos (KNECHTLE et al., 2016), desde nadadores com anos de experiência em natação competitiva, até aqueles que iniciaram a natação apenas na vida adulta (ZAMPARO et al., 2012). A participação de atletas máster em provas oficiais vem aumentando ano após ano, bem como seu desempenho esportivo vem melhorando (KNECHTLE et al., 2016). Visto que a natação possui baixo impacto e pouca incidência de lesões (ASPERTI et al., 2017), é possível estudar as relações entre desempenho e envelhecimento nesse grupo populacional. O declínio no desempenho dos atletas máster de natação é curvilíneo dos 35 até os 70 anos de idade, sendo que, a partir disso, o aumento no tempo de prova é exponencial. Contudo, a diminuição no desempenho é 30% menor se comparada à corrida. Uma das explicações é a dependência dos parâmetros biomecânicos que o desempenho em natação possui (TANAKA & SEALS, 2008).

O deslocamento do nadador no meio líquido é dependente da propulsão final, sendo esta a subtração entre força propulsiva e arrasto. A fim de gerar maior força propulsiva, o nadador necessita de características fisiológicas bem desenvolvidas. A técnica é requerida tanto para a geração de força propulsiva quanto para a diminuição do arrasto (força contrária ao movimento), permitindo o deslocamento com o menor custo energético. Ademais, o arrasto também é influenciado pelas características antropométricas do nadador e físicas do meio (COSTILL et al., 1985).

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é uma das medidas utilizadas para avaliar a capacidade fisiológica, visto que se relaciona com a capacidade de captação, transporte e utilização de oxigênio pelo corpo, estabelecendo o limite superior para produção de energia pelas vias oxidativas (MITCHELL, SPROULE & CHAPMAN, 1958). Em testes nos quais não é possível se observar platô no consumo de oxigênio (VO_2), a capacidade aeróbia pode ser avaliada pelo maior valor encontrado em teste (VO_{2pico}) (RIBEIRO et al., 2015). A coleta de gases *breath-by-breath* por analisador de gás portátil acoplado à *snorkel* permite a aquisição dos dados de VO_2 em situações mais relevantes à prática de natação com alta frequência de amostragem, o que permite o monitoramento nas mudanças do VO_2 em curto intervalo (SOUSA et al., 2014). Já a técnica e suas respostas às diferentes situações de nado, podem ser estudadas

pela cinemática, utilizando-se parâmetros biomecânicos, como a frequência de braçada (FB), definida como número de ciclos de braçadas que um nadador exerce por unidade de tempo e a distância percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçada (DC), definida como a distância que o nadador se desloca a cada ciclo de braçadas. O produto entre FB e DC informa a velocidade de nado (VN), sendo a velocidade de nado puro, sem considerar a saída do bloco, viradas e nado submerso (HAY e GUIMARÃES, 1983). Já o índice de nado (IN), produto entre DC e VN, é um indicador geral de economia (COSTILL et al., 1985).

A prova de 200 m nado livre possui características metabólicas que contemplam grande participação dos sistemas energéticos anaeróbio e aeróbio. Seu desempenho é fortemente influenciável pelas interações entre os sistemas que se manifestam alterando o comportamento cinemático de nado (FIGUEIREDO et al., 2013). Visto que a categoria máster está em constante crescimento, estudá-la irá aumentar a compreensão do envelhecimento bem-sucedido sob a ótica do desempenho esportivo. Desta forma, o presente estudo tem por objetivo avaliar parâmetros de desempenho, fisiológicos e cinemáticos de nadadores competitivos da categoria máster em teste de 200 m nado crawl realizado em máxima intensidade, comparar os diferentes grupos etários e testar correlações entre parâmetros biomecânicos e fisiológicos com desempenho.

Métodos

Participantes

A amostra do estudo foi composta por 23 atletas máster de natação do sexo masculino, amadores, divididos por percentil de idade (P) em três grupos etários distintos: Grupo 1: $\leq 33,9 \pm 1,7$ anos (n=8), Grupo 2: $44,7 \pm 1,9$ anos (n=8) e Grupo 3: $59,4 \pm 8,7$ anos (n=7). Foram convidados a participar e incluídos na pesquisa atletas que estivessem em treinamento regular de natação há no mínimo dois anos (com frequência semanal de três vezes e volume de 2.000 m por dia, no mínimo), e competindo regularmente há no mínimo um ano em provas máster oficiais. Foram excluídos os atletas afastados do treinamento por um período maior do que quatro semanas. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (parecer nº 2.180.001). Os participantes, voluntários, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, após receberem todas as informações sobre a pesquisa.

Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

Todas as medidas antropométricas foram obtidas antes do teste em piscina. Para a determinação do perfil antropométrico foram obtidas as medidas de massa corporal (kg): com

roupa própria para natação e descalço (balança G-Tech Glass 200®, capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg); estatura (cm): posição ereta, pés unidos, calcanhares apoiados no estadiômetro e cabeça posicionada no plano de Frankfurt (estadiômetro portátil de bolso Cescorf®, capacidade de 3 m e precisão de 0,1 cm); e envergadura (cm): com os participantes posicionados em decúbito dorsal, no solo, sobre um colchonete de 3 cm de espessura, ombros abduzidos a 90°, cotovelos, punhos e dedos em extensão, foi obtida a máxima distância entre as extremidades das mãos (ponta dos dedos médios) (trena antropométrica marca 3M, capacidade de 2 m e precisão de 0,1 cm).

A gordura corporal (%) foi avaliada a partir da utilização do *Dual-energy X-ray Absorptiometry* (DXA) (Hologic Discovery W, EUA), utilizando o *software* do mesmo fabricante. Antes do teste os atletas foram instruídos a não realizarem atividades físicas de intensidade moderada a alta 24 h antes, não consumir álcool 72 h antes, não consumir de cafeína ou qualquer tipo de medicação com cálcio no período de 24 h antes sem comunicação prévia à equipe pesquisadora. Ademais, os indivíduos foram orientados a realizar jejum por um período mínimo de 4 h antes do teste, sendo permitido somente o consumo de água pura. Durante o teste, os sujeitos foram posicionados em decúbito dorsal, alinhados e centralizados na mesa de exame com quadris e ombros estendidos para dar início à varredura pelos raios-X.

Desenho experimental

Os atletas preencheram questionários sócio demográficos e de treinamento, informando sobre o melhor tempo em provas do último ano. A fim de comparação de nível competitivo, os valores de desempenho na melhor prova foram convertidos para pontos (FINAp) de acordo com a tabela de pontuação da Federação Internacional de Natação (FINA - <http://www.fina.org/content/fina-points>). Todos os atletas foram testados durante o período competitivo do calendário de treinamento. Para minimizar quaisquer efeitos intervenientes, os atletas foram orientados a não realizarem exercícios intensos 24 h antes do teste, não alterarem seus hábitos alimentares e não consumirem bebidas alcoólicas 72 h antes do teste.

Familiarização: os atletas receberam um *snorkel* simples e foram orientados a realizar ao menos uma semana de familiarização ao equipamento durante suas sessões habituais de treino. A fim de que a familiarização fosse o mais próximo possível da situação de teste, os atletas utilizaram *nose clip* e realizaram virada simples enquanto nadavam com *snorkel*.

O protocolo de teste foi composto por uma repetição máxima de 200 m nado crawl (T200). Antes do T200, os atletas realizaram individualmente aquecimento composto por 200 a 400 m nado crawl em intensidade baixa a moderada com *snorkel* simples (similar ao da

familiarização) e 200 m com *snorkel* próprio para coleta de gases (Aquatrainner, Cosmed, Itália), de baixa resistência hidrodinâmica (BALDARI et al., 2012), utilizando *nose clip*. Os atletas foram orientados a iniciar o nado dentro da água, sem realizar os movimentos rotacionais durante a respiração e a realizar a virada simples, sempre para o mesmo lado e sem deslize subaquático posterior ao impulso na parede. O tempo total no T200, utilizado como medida de desempenho no teste, e de cada parcial de 50 m, foram registrados por cronômetro manual (CASIO HS-30W). Durante o teste máximo foi realizada a coleta de gases expirados, bem como gravação em vídeo digital do teste no plano sagital do nadador (descritos a seguir no item coleta de dados). Todas as sessões experimentais foram executadas nas mesmas condições ambientais por todos os atletas, em piscina de 25 m, coberta e aquecida – com temperatura da água ~29°C, no período da tarde (entre 15h e 19h).

Coleta de dados

Durante o T200, a frequência cardíaca foi monitorada a partir de um monitor de frequência cardíaca Garmin, modelo 920XT (Garmin, EUA). A primeira medida foi realizada após o atleta entrar na piscina e permanecer 5 minutos em repouso (FC_{rep}) e posteriormente durante todo o teste máximo. A frequência cardíaca máxima (FC_{max}) foi definida como sendo o maior valor encontrado no teste. Foi realizado o cálculo da frequência cardíaca máxima predita com base na equação, desenvolvida para pessoas saudáveis, $FC_{max} = 208 - (0,7 * idade)$ (FC_{maxest}) (TANAKA, MONAHAN & SEALS, 2001), aceitando as limitações do método para o meio aquático, para cálculo da diferença entre valor encontrado e predito (DifFC_{max}) e estimativa do percentual máximo atingido em piscina (%FC_{maxest}).

A medida do consumo de oxigênio foi realizada por um sistema de recolhimento contínuo de gases expirados *breath-by-breath* por meio de um analisador de gás portátil (ergoespirômetro K5, Cosmed, Itália) conectado a um *snorkel* (Aquatrainner, Cosmed, Itália) considerado adequado para coleta de gases ventilatórios em situação de nado, como descrito anteriormente (RIBEIRO et al., 2015). O ergoespirômetro foi calibrado antes de todas as coletas de acordo com as instruções do fabricante antes de ser conectado ao nadador. Tais aparatos estavam suspensos a uma altura de 2 m da superfície da água num cabo de aço, possibilitando seguir o nadador com a diminuição das perturbações criadas pelo equipamento na água (APÊNDICE 1). O T200 iniciou somente após estabilização da taxa de troca respiratória em valores < 1,0.

Após o teste, a fim de minimizar o ruído resultante da captação dos gases, os quais não representam dados fisiológicos, os valores de consumo de oxigênio foram filtrados

manualmente utilizando o valor de referência média $\pm 4*dp$ (ÖZYENER et al., 2001; DE JESUS et al., 2014). A média móvel de cinco valores foi utilizada nas análises (FERNANDES et al., 2012). Foi considerado VO_{2pico} como o maior valor encontrado durante o teste (RIBEIRO et al., 2015).

A coleta dos dados para aquisição das variáveis biomecânicas foi realizada por sistema de videogrametria em duas dimensões com a gravação do nado crawl executado pelo nadador, no plano sagital. As imagens foram coletadas por uma câmera de vídeo (SONYVHD3-CX260, Japão) a uma frequência de 60 Hz, que estava alocada a 2 m da superfície da água e 5 m perpendicular a linha de movimento do nadador. Antes de todos os testes, um calibrador de 4,5 m era posicionado entre os 10 e 20 m da piscina, no plano sagital, e sua imagem obtida para posterior digitalização (APÊNDICE 2). As imagens dos nadadores foram analisadas para frequência de ciclo de braçada e distância percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçada, respectivamente: foram registrados os quadros e os pixels de entrada da mão esquerda do nadador na água em, no mínimo dois ciclos consecutivos realizados dentro da área calibrada. FB (ciclos.min⁻¹) e DC (m) foram calculadas para cada parcial de 50 m do teste. A velocidade de nado foi obtida pelo produto entre FB e DC a cada 50 m de cada teste; contudo, foram utilizados os valores médios de DC e VN para o cálculo do índice de nado (IN) a partir da equação $IN = VN*DC$ (m².s⁻¹) (COSTILL et al., 1985).

Análise estatística

A distribuição dos dados foi verificada com o teste de *Shapiro-Wilk*. Posteriormente, foram calculadas médias, desvios-padrão e limites do intervalo de confiança da média (95%). Para realizar as comparações entre faixa etária, os participantes foram divididos em três grupos, criados a partir da distribuição por percentil da idade. Foi aplicada ANOVA simples para comparações entre grupos e ANOVA de medidas repetidas fatorial para comparações entre grupos e parciais (50, 100, 150 e 200 m) do T200. O tamanho de efeito foi identificado a partir do η^2 e classificado em pequeno ($\eta^2 \geq 0.01$), médio ($\eta^2 \geq 0.06$) ou grande ($\eta^2 \geq 0.14$) tamanho de efeito (COHEN, 1988). As correlações entre as variáveis e o desempenho no T200 foram testadas com aplicação do teste de correlação linear Produto-Momento de Pearson. Foi utilizado o pacote estatístico IBM SPSS, considerando um alfa de 5% como significativo. A fim de melhor discutir os resultados, diferenças percentuais entre os grupos foram calculadas.

Resultados

Os resultados são apresentados comparando os três grupos etários: G1 ($33,9 \pm 1,7$ anos), G2 ($44,7 \pm 1,9$ anos) e G3 ($59,4 \pm 8,7$ anos) ($p < 0,05$). O desempenho obtido pelos grupos no T200 foi de $159,7 \pm 11,7$ s para o G1, $181,8 \pm 20,8$ s para o G2 e $211,0 \pm 23,0$ s para o G3, sendo que todos os grupos foram diferentes entre si ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,61$), ou seja, conforme o aumento da idade, ocorreu queda no desempenho entre os atletas. Na Tabela 1 são apresentadas as características dos nadadores (idade, antropométricas e FINAp). Quanto às variáveis antropométricas, os grupos não apresentaram diferença entre si, contudo a idade pode explicar, em parte, a variância dos dados de estatura, envergadura e gordura corporal. Quanto ao FINAp, o G1, mais jovem, diferencia-se do G3, apresentando maior pontuação e conseqüentemente melhor desempenho em competições.

Tabela 1. Variáveis antropométricas e índice FINA dos nadadores máster (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança).

	Grupo 1 (n = 8) $33,9 \pm 1,7$ anos	Grupo 2 (n = 8) $44,7 \pm 1,9$ anos	Grupo 3 (n = 7) $59,4 \pm 8,7$ anos	F (gl); p; η^2
Massa corporal (kg)	$77,8 \pm 6,9$]70,5 – 85,1 [	$80,1 \pm 6,3$]72,3 – 87,9[	$76,6 \pm 8,6$]68,6 – 84,6[	F(2,18)=0,60; p=0,560; $\eta^2=0,06$
Estatura (cm)	$180,9 \pm 5,2$]175,4 – 186,5[	$176,9 \pm 9,3$]165,2 – 188,5[	$175,7 \pm 4,4$]171,5 – 179,8[	F(2,18)=1,72; p=0,208; $\eta^2=0,16$
Gordura corporal (%)	$22,1 \pm 5,4$]16,3 – 27,8[	$24,7 \pm 4,8$]18,6 – 30,8[	$25,4 \pm 3,4$]22,2 – 28,5[	F(2,19)=1,18; p=0,330; $\eta^2=0,11$
Envergadura (cm)	$185,9 \pm 4,6$]181,1 – 190,8[	$181,3 \pm 10,1$]168,7 – 194,0[	$179,8 \pm 5,5$]174,7 – 185,0[	F(2,18)=2,50; p=0,110; $\eta^2=0,21$
FINAp (pontos)	$368,8^a \pm 72,6$]292,6 – 445,0[	$228,0^b \pm 76,2$]133,3 \pm 322,6[	$197,5^b \pm 51,5$]149,8 – 245,2[	F(2,20)=12,45; p<0,001; $\eta^2=0,55$

Nota: Letras diferentes indicam diferença entre os grupos, $p < 0,05$.

Massa corporal, estatura e envergadura n = 21; gordura corporal n = 22.

Na Tabela 2 são apresentados os dados fisiológicos obtidos do T200. Não foi encontrada diferença na FCrep entre os grupos etários. Conforme esperado, a FCmaxest estimada foi menor conforme aumentou a idade dos nadadores, por outro lado, a FCmax do teste apresentou diferença somente entre o G1 e G3, sendo menor no grupo mais velho. Os valores de FCmax obtidos no T200, foram aproximadamente 10% menores do que aqueles estimados pela equação, sendo a diferença média de aproximadamente -19 bpm para os três grupos. O consumo de oxigênio em repouso mostrou-se semelhante entre os grupos etários; no entanto, o $VO_{2\text{pico}}$ do G3 foi menor que G1 e G2. A idade foi capaz de explicar cerca 59% da variância do $VO_{2\text{pico}}$.

Tabela 2. Parâmetros fisiológicos dos nadadores máster (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança).

	Grupo 1 (n = 8) 33,9 \pm 1,7 anos	Grupo 2 (n = 8) 44,7 \pm 1,9 anos	Grupo 3 (n = 7) 59,4 \pm 8,7 anos	F (gl); p; η^2
FCrep (bpm)	76,8 \pm 6,7]69,8 – 83,8[	77,6 \pm 12,1]62,5 – 92,6[	72,8 \pm 6,8]66,5 – 79,1[	F(2,19)=1,22; p=0,32; $\eta^2=0,11$
FCmaxest (bpm)	184,2 ^a \pm 1,2]182,9 – 185,5[	176,6 ^b \pm 1,3]175,0 – 178,3[	166,3 ^c \pm 6,1]160,7 – 172,0[	F(2,20)=48,58; p<0,001; $\eta^2=0,82$
FCmax (bpm)	164,8 ^a \pm 9,3]155,0 – 174,6[	156,4 ^{a,b} \pm 12,8]140,4 – 172,3[	149,5 ^b \pm 13,5]137,0 – 162,0[	F(2,19)=4,14; p=0,032; $\eta^2=0,30$
DiffFCmax (bpm)	-19,4 \pm 9,6]-29,5 – -9,2[	-20,2 \pm 12,8]-36,2 – -4,3[	-16,7 \pm 12,4]-28,3 – -5,2[	F(2,19)=0,04; p=0,96; $\eta^2=0,003$
%FCmaxest (%)	89,4 \pm 5,2]84,0 – 94,9[	88,5 \pm 7,2]79,4 – 97,5[	89,9 \pm 7,4]83,0 – 96,7[	F(2,19)=0,01; p=0,98; $\eta^2=0,001$
VO _{2rep} (ml.kg.min ⁻¹)	6,7 \pm 0,5]6,1 – 7,3[	5,8 \pm 0,7]4,9 – 6,8[	6,5 \pm 1,0]5,5 – 7,4[	F(2,18)=0,92; p=0,42; $\eta^2=0,10$
VO _{2pico} (ml.kg.min ⁻¹)	52,5 ^a \pm 6,3]45,9 – 59,2[	47,3 ^a \pm 4,4]41,7 – 52,9[	38,6 ^b \pm 5,5]33,6 – 43,7[	F(2,18)=13,44; p<0,001; $\eta^2=0,59$

Nota1: FC=frequência cardíaca; FCrep=FC repouso; FCmaxest=FC máxima estimada; FCmax=FC máxima T200; DiffFCmax=diferença entre FCmaxest e FCmax; %FCmaxest: percentual atingido da FCmaxest; VO_{2rep}=VO₂ repouso. Nota2: letras diferentes em uma mesma linha, indicam diferenças entre os grupos (p<0,05).

FCrep, FCmax, DiffFCmax, %FCmaxest n = 21; VO_{2rep} e VO_{2pico} n = 22.

Os valores médios das variáveis biomecânicas são apresentados na Tabela 3. Os valores obtidos para DC e FB apresentam diferença apenas entre os grupos 1 e 3, sendo menores nos nadadores mais velhos. Contudo, a VN (produto entre DC e FB), apresentou diferença entre os grupos, ao contrário do IN (produto entre VN e DC), que se mostrou maior no G1 comparado com G2 e G3.

Tabela 3. Valores médios dos dados biomecânicos dos nadadores máster (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança).

	Grupo 1 (n = 8) 33,9 \pm 1,7 anos	Grupo 2 (n = 8) 44,7 \pm 1,9 anos	Grupo 3 (n = 7) 59,4 \pm 8,7 anos	F (gl); p; η^2
DC (m)	1,93 ^a \pm 0,14]1,78 – 2,08[	1,70 ^{a,b} \pm 0,20]1,45 – 1,96[	1,64 ^b \pm 0,20]1,45 – 1,82[	F(2,20)=6,19; p=0,008; $\eta^2=0,38$
FB (ciclos.min ⁻¹)	36,6 ^a \pm 3,6]33,0 – 40,2[	36,0 ^{a,b} \pm 5,4]29,4 – 42,0[	33,0 ^b \pm 10,8]31,8 – 33,6[	F(2,20)=4,09; p=0,033; $\eta^2=0,29$
VN (m.s ⁻¹)	1,16 ^a \pm 0,76]1,08 – 1,25[	1,00 ^b \pm 0,06]0,93 – 1,08[	0,89 ^c \pm 0,08]0,82 – 0,97[	F(2,20)=25,58; p<0,001; $\eta^2=0,71$
IN (m ² .s ⁻¹)	2,25 ^a \pm 0,22]2,02 – 2,48[	1,71 ^b \pm 0,20]1,45 – 1,96[	1,48 ^b \pm 0,32]1,18 – 1,77[	F(2,20)=17,17; p<0,001; $\eta^2=0,25$

Nota: Letras diferentes em uma mesma linha, indicam diferenças entre os grupos (p<0,05). Nota2: DC=distância percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçada; FB= frequência de braçada; VN= velocidade de nado; IN= índice de nado.

As Figuras 1 a 3 apresentam, respectivamente, o comportamento de DC, FB e VN ao longo dos 200 metros para cada grupo etário. Os grupos não apresentaram diferença entre si, contudo foram encontradas as mesmas diferenças entre os momentos para todos os grupos. O comportamento da DC entre as parciais mostrou similaridade entre os 50 e 100 m, porém estes valores foram diferentes dos 200 m, indicando queda ao final do T200. Já para o FB, os resultados apontam para um comportamento em U, em que os atletas iniciaram o teste com uma alta FB, com queda nas parciais intermediárias e novo aumento ao final do teste. A VN também revela um comportamento em U, em que os valores iniciam altos e tendem a diminuir antes de voltarem a aumentar na última parcial.

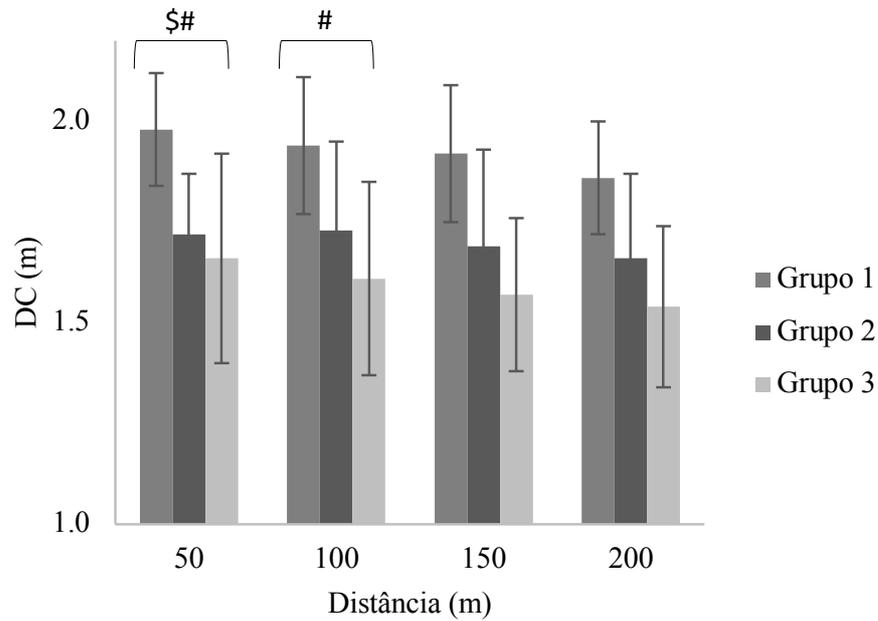


Figura 1. Comportamento da distância média percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas (DC) em cada parcial de 50 m do T200. Nota: \$ indica diferença para 150 m ($p < 0,05$); # indica diferença para 200 m ($p < 0,05$); G1, $33,9 \pm 1,7$ anos ($n=8$); G2, $44,7 \pm 1,9$ anos ($n=8$) e G3, $59,4 \pm 8,7$ anos ($n=7$).

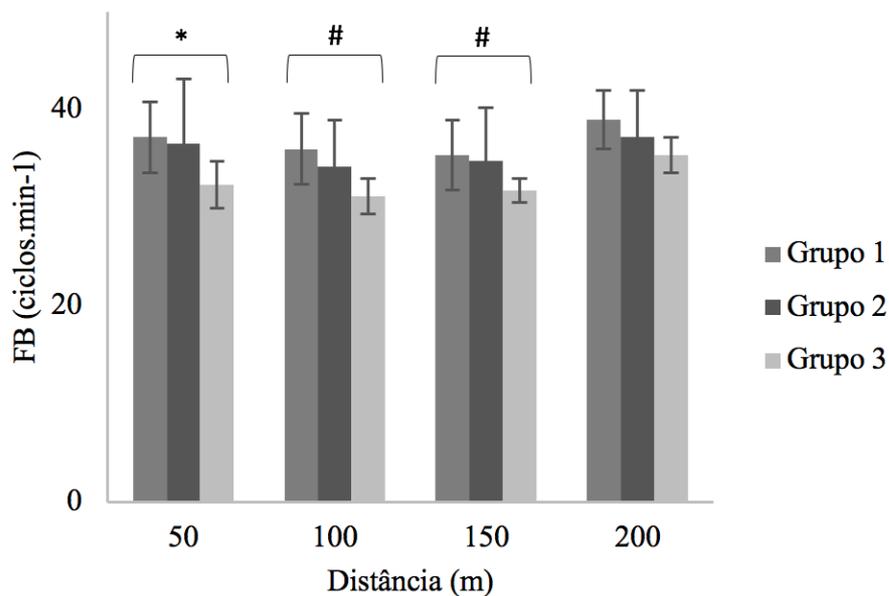


Figura 2. Comportamento da frequência média de ciclo de braçadas (FB) em cada parcial de 50 m do t200. Nota: * indica diferença para 100 m ($p < 0,05$); # indica diferença para 200 m ($p < 0,05$); G1, $33,9 \pm 1,7$ anos ($n=8$); G2, $44,7 \pm 1,9$ anos ($n=8$) e G3, $59,4 \pm 8,7$ anos ($n=7$).

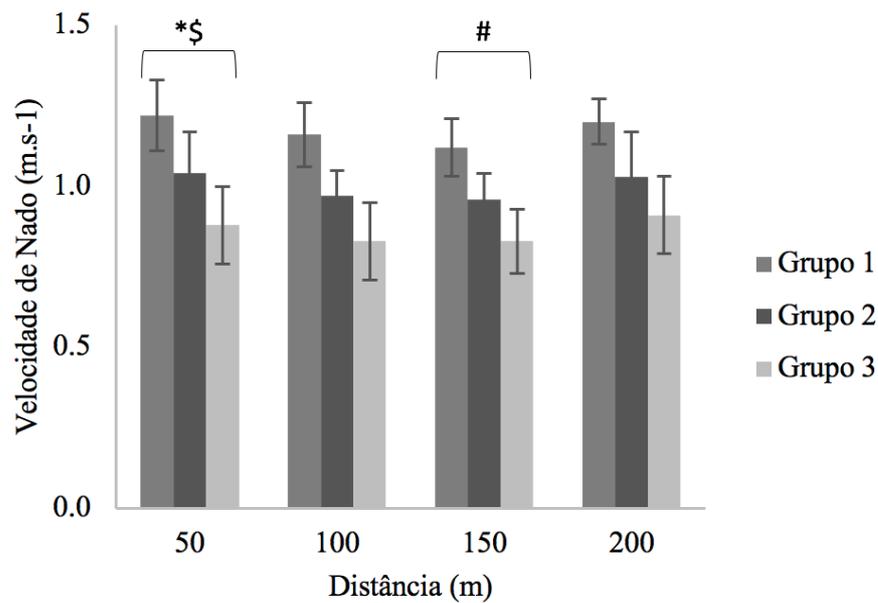


Figura 3. Comportamento da velocidade média de nado (VN) em cada parcial de 50 m dot200. Nota: * indica diferença para 100 m ($p < 0,05$), \$ indica diferença para 150 m ($p < 0,05$); # indica diferença para 200 m ($p < 0,05$); G1, $33,9 \pm 1,7$ anos ($n=8$); G2, $44,7 \pm 1,9$ anos ($n=8$) e G3, $59,4 \pm 8,7$ anos ($n=7$).

Ao se analisarem todos os participantes deste estudo como um grupo único, encontraram-se correlações inversas significativas entre o desempenho em natação (pelo tempo no T200) e DC ($r = -0,72$; $p < 0,001$), FB ($r = -0,58$; $p = 0,003$), IN ($r = -0,89$; $p < 0,001$) e $VO_{2\text{pico}}$ ($r = -0,81$; $p < 0,001$).

Discussão

O presente estudo teve por objetivo avaliar parâmetros de desempenho, cinemáticos e fisiológicos de nadadores competitivos da categoria máster em teste de 200 m nado crawl realizado em máxima intensidade, comparar os diferentes grupos etários e correlacionar os parâmetros biomecânicos e fisiológicos com desempenho. Os principais achados mostram que (i) nadadores máster possuem melhor desempenho em grupos etários mais jovens em comparação a mais velhos; (ii) variáveis antropométricas não são diferentes entre os grupos etários, mas sofrem tamanho de efeito considerável da idade; (iii) os grupos etários apresentam grande efeito para FC_{max} e $VO_{2\text{pico}}$, sendo 30% e 59% da variância dos dados, respectivamente, explicadas pela idade; (iv) parâmetros biomecânicos apresentam diferença significativa em sua maioria entre G1 e G3, porém todos sofrem grande tamanho de efeito dos grupos etários; (v) os

grupos apresentam o mesmo comportamento nas variáveis biomecânicas ao longo do T200 e (vi) DC, FB, ID e $VO_{2\text{pico}}$ possuem alta correlação com o desempenho no T200.

O desempenho em natação é multifatorial, sendo dependente de fatores como características antropométricas específicas e de composição corporal, alta capacidade dos sistemas energéticos e técnica adequada, a fim de se gerar menor arrasto e maior força propulsiva (LÄTT et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2013). Os grupos etários apresentaram piora no desempenho com aumento da idade, de forma que o G1 foi o mais rápido no T200, como esperado. A análise dos recordes da categoria máster em provas de 200 m nado livre indica que a queda no desempenho ocorre pronunciadamente a partir dos 45 anos de idade, sendo que, a partir dos 40 anos, a potência metabólica diminui em 1% ao ano entre 40 e 70 anos de idade (ZAMPARO, GATTA & DI PRAMPERO, 2012).

Em comparação a atletas de elite, em 200 m nas mesmas condições do presente estudo, os nadadores máster possuem resultados de desempenho inferiores: $141,3 \pm 4,7$ s (FIGUEIREDO et al., 2011) e $140,5 \pm 22,4$ s (REIS et al., 2012) vs $159,7 \pm 11,7$ s para G1 do presente estudo. Além de mais novos, $17,1 \pm 2,3$ anos (REIS et al., 2012) e $21,6 \pm 2,4$ anos (FIGUEIREDO et al., 2011), nadadores de melhor nível competitivo possuem maior carga de treinamento (~6 dias na semana, 1-3 sessões de treino diárias) (SHAW et al., 2014) levando a mais relevantes adaptações dos sistemas energéticos e melhora da técnica (ASPENES e KARLSEN, 2012). Os resultados de desempenho disponíveis para a categoria máster foram obtidos a partir do FINAp, em que o desempenho é novamente melhor em atletas mais novos ($29,75 \pm 3,8$ anos): $491,8 \pm 79,7$ pontos (MEJIAS et al., 2014). Por outro lado, atletas da mesma faixa etária que o G1, possuem pontuação média próxima aos resultados deste estudo, $315 \pm 128,6$ pontos (FERREIRA., 2015) vs $368,8 \pm 72,6$ pontos.

Apesar das diferenças no desempenho, as características antropométricas entre os grupos foram semelhantes. Todavia, a variância dos resultados antropométricos pode ser explicada em parte pela idade. Nasirzade et al. (2015), ao avaliarem a influência dos parâmetros antropométricos em provas de 200 m, encontraram grande correlação entre altura corporal e envergadura com o desempenho. A correlação entre medidas antropométricas lineares e desempenho em natação pode ser explicada pela relação inversa entre o arrasto de onda e estatura (quanto maior a estatura, menor o arrasto de onda) (TOUSSAINT, STRALEN & STEVENS, 2002). Essa relação entre antropometria e desempenho em natação já foi demonstrada previamente em estudo com nadadores máster, distâncias de 50 a 800 m, contudo, ao separar por sexo, a correlação entre altura e envergadura com desempenho não foi

significativa, indicando a presença de outros fatores determinantes do desempenho (ZAMPAGNI et al., 2008).

Quanto à composição corporal, é percebido também efeito da idade sobre o percentual de gordura. Siders, Lukaski & Bolonchuk (1993) não encontraram correlação entre desempenho em 100 jardas ao final de uma temporada com o percentual de gordura e quantidade de massa magra. Porém, em estudo mais recente, Roelofs et al. (2017) encontraram aumento na massa magra, área de secção transversa muscular e diminuição do percentual de gordura em nadadores ao longo de uma temporada esportiva, com significativa melhora no desempenho (avaliado pelos tempos em competições), indicando que as mudanças na composição corporal podem estar relacionadas com a melhora no desempenho (mas não apenas, ao passo que parâmetros fisiológicos e biomecânicos também se alteram). Apesar dos nadadores máster do presente estudo possuírem um menor percentual de gordura quando comparados à população em geral (IMBODEN et al., 2017), os valores encontrados são ~36 a 56% maiores que nadadores de elite medidos por DXA (SANTOS et al., 2014; COLYER, et al., 2016; ROELOFS et al., 2017), indicando menor relação entre massa magra e massa gorda que nadadores de elite e uma influencia negativa no desempenho.

Mesmo sem diferença na composição corporal entre atletas máster de resistência de diferentes faixas etárias comparados com indivíduos saudáveis (pareados para mesmo tempo despendido com treinamento e modalidade esportiva) (DUBÉ et al., 2016), as consequências do envelhecimento saudável sobre fibras musculares ocorrem por diminuição do tamanho e do número de fibras, principalmente as do tipo II (TIELAND et al., 2018). Dubé et al. (2016) encontraram que o grupo mais velho apresentou maior quantidade de fibras do tipo I, igual do tipo IIx e menor do tipo IIa, bem como menor tamanho de fibras do tipo IIa e IIx. Visto que fibras do tipo II são muito recrutadas em exercícios de alta intensidade ou atividades altamente fatigáveis, por possuírem vias de metabolismo anaeróbio mais desenvolvidas, sua diminuição leva à perda de força muscular no envelhecimento (TIELAND et al., 2018). A diminuição da força máxima e das características de potência em decorrência da idade é encontrada também em atletas máster engajados em treinamento sistemático de força, em que a força explosiva possui queda mais drástica que a força máxima (OJANEN, RAUHALA & HÄKKINEN, 2007). Essas modificações podem afetar diretamente o desempenho avaliado no presente estudo, visto que a prova de 200 m possui ~35% de contribuição anaeróbia, sendo ~22% anaeróbia alática, e ~65% de aeróbia (FIGUEIREDO et al., 2011). Figueiredo et al (2011), ao analisarem as parciais nos 200 m encontraram, que há maior contribuição anaeróbia nos primeiros 50 m, sendo que a via alática decresce progressivamente até o final do teste (41,3% nos 50 m a 5,2%

nos 200 m). Por outro lado, a contribuição aeróbia aumenta na segunda parcial e se mantém estável até o final (44,6% nos 50 m a 66,6% nos 200 m), enquanto a via anaeróbia láctica incrementa participação nos últimos 50 m (4,7% nos 150 m a 28% nos 200 m). Destacando a importância do metabolismo anaeróbio para o desempenho na distância de 200 m ao longo da prova.

Quanto ao metabolismo aeróbio, o VO_{2max} é uma das medidas utilizadas para avaliar a capacidade fisiológica, sendo que a capacidade aeróbia – manutenção de nível elevado de VO_2 por um longo período de tempo – é um dos principais determinantes do desempenho na natação (ZACCA e CASTRO, 2012). Visto que no T200 não é possível identificar platô dos valores de VO_2 (SOUSA et al., 2011a) a capacidade aeróbia pode ser avaliada pelo VO_{2pico} (RIBEIRO et al., 2015). Quando comparados a nadadores de elite, em teste de 200 m, atletas máster possuem menor VO_{2pico} : $59,1 \pm 5,7$ (CASTRO & MOTA, 2010) em teste com retroextrapolação, $64,3 \pm 5,5$ (REIS et al., 2012), $68,6 \pm 5,8$ (SOUSA et al., 2011a) e $69,0 \pm 3,3$ (SOUSA et al., 2011b) em testes com medidas diretas de VO_2 . A diminuição da capacidade aeróbia é inevitável com o avançar da idade, mesmo em indivíduos que estejam engajados em treinamento de resistência aeróbia (TANAKA & SEALS, 2008), desta forma, o efeito da idade encontrado para o VO_{2pico} pode ser explicado por esse processo natural, bem como os menores valores encontrados para o G3. Dubé et al. (2016), em teste incremental, encontraram maior contribuição aeróbia e maior economia no exercício (maior oxidação de gorduras em relação a carboidratos) associados à menor VO_{2pico} em atletas máster de resistência aeróbia quando comparados à indivíduos jovens. Desta forma, o menor VO_{2pico} no grupo etário mais velho, se deve, em parte, pelas modificações no metabolismo, que levam atletas de maior faixa etária a serem mais econômicos durante o exercício.

A diminuição da FC_{max} com a idade tem sido indicada como um importante fator para a diminuição da capacidade aeróbia máxima, visto a relação dessas variáveis (Equação de Fick) (REABURN & DASCOMBE, 2008). Apesar de menores valores de FC_{max} terem sido observados à medida que a faixa etária do grupo aumentava, os resultados devem ser interpretados com cautela. O meio aquático influencia diretamente a FC, podendo esta se alterar de acordo com a posição do corpo, profundidade de imersão, temperatura da água, FC de repouso e diminuição do peso hidrostático (HOLMÉR, 1992; GRAEF & KRUEL, 2006). Na natação, em virtude da posição de decúbito, a FC é significativamente menor em relação a exercícios em seco, sendo que a diminuição parece variar entre -12 e -15 bpm. Apesar de em média os nadadores terem atingido ~90% da FC_{maxest} e uma diferença de aproximadamente -

19 bpm, há um grande intervalo de confiança entre os valores, que podem ter a influência dos diferentes níveis de treinamento dos indivíduos (GRAEF & KRUEL, 2006).

O presente estudo apresentou correlação significativa e negativa entre $VO_{2\text{pico}}$ e desempenho no T200, indicando que atletas com maior consumo tendem a possuir menor tempo de teste. A relação do $VO_{2\text{pico}}$ com desempenho já foi descrita anteriormente (CASTRO & MOTA, 2010). Contudo, em teste com recolhimento de gases *breath-by-breath* os resultados são divergentes (SOUSA et al., 2011a; REIS et al., 2012). Esses resultados divergentes possivelmente estão relacionados ao fato de que em atletas de alto nível, que possuem características similares, o valor do VO_2 não os distingue em relação à desempenho, porém indica custo energético – variável que parece melhor diferenciar os atletas (SILVA et al., 2006).

Ao analisar os determinantes de desempenho nos 200 m (fatores biomecânicos, energéticos e musculares), Figueiredo et al. (2013) encontraram que, apesar de ao longo do teste haver diminuição da contribuição biomecânica para o desempenho em relação aos demais fatores, sua contribuição para a velocidade média é de 58,1% vs 11,2% energética, 18,9% coordenação e 11,8% muscular, sendo que a FB e DC explicam sozinhas 33,7% da velocidade média; indicando a importância dos parâmetros biomecânicos no desempenho. Em relação às variáveis biomecânicas, a DC apresentou comportamento de queda ao longo do teste de 200 m, com aumento compensatório, em relação à VN, da FB. Essa relação é bem estabelecida na literatura (CHOLLET et al., 1996). Ao longo dos 200 m há aumento de fadiga muscular, com queda na contribuição anaeróbia alática e aumento na contribuição láctica, de forma que DC e eficiência propulsiva diminuem e FB aumenta na tentativa de manter altas velocidades (FIGUEIREDO et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2013).

Como visto, a contribuição dos parâmetros biomecânicos para a variância da velocidade média nos 200 m foi alta; todavia, ao analisar a contribuição biomecânica das parciais de 50 m, o valor aumenta para 81,1%, em que FB e DC contribuem com 61% do desempenho. Ao analisar a VN, produto entre FB e DC, pode-se perceber que a estratégia adotada pelos nadadores máster foi iniciar a primeira parcial de 50 m mais forte, seguida de duas parciais mais lentas (100 e 150 m) e finalizar na mesma velocidade que a primeira, ou seja, em um formato parabólico ou em U. São descritos ao menos seis estratégias de provas em natação, dependentes da distância e estilo de nado (MCGIBBON et al., 2018). Análise de provas internacionais de 200 m, mostram que os nadadores atingem alta velocidade na primeira parcial, seguida de duas parciais mais lentas e última na mesma velocidade ou pouco acima das intermediárias (ROBERTSON et al., 2009, CASTRO et al., 2017), esse comportamento, descrito como *even pace*, é matematicamente aquele que mais se correlaciona com desempenho em todos os estilos

em provas de 200 m (MCGIBBON et al., 2018). Valores das parciais obtidos no T200 (em estudo realizado sob as mesmas condições que este) com atletas de elite, apresentam o *even pace* (FIGUEIREDO et al., 2011), esperado para as provas de 200 m. Ainda, atletas máster adotaram padrão de prova similar à prova de 400 m nado livre (MCGIBBON et al., 2018).

Apesar das condições do teste, que influenciam diretamente a diminuição da velocidade atingida, pela não execução da saída do bloco, virada olímpica e nado subaquático após impulso na borda, as variáveis biomecânicas FB e DC não sofrem alteração (BARBOSA et al., 2010) e com isso podem ser comparadas com provas de 200 m. Os valores médios encontrados para as variáveis de FB e DC são menores que aqueles encontrados para nadadores de elite na distância de 200 m, sendo a variação média da FB de 43,1 a 45,1 ciclos.min⁻¹ (HOUT-MARCHAND et al., 2005; SIMBAÑA-ESCOBAR et al., 2017) e DC de 2,1 a 2,5 DC (ARELLANO et al., 1994; HOUT-MARCHAND et al., 2005; CASTRO & MOTA, 2008; FIGUEIREDO et al., 2011; SIMBAÑA-ESCOBAR et al., 2017).

Os estudos encontrados com nadadores máster possuem diferentes distâncias e tempos para avaliação das variáveis biomecânicas: 50 m (ESPADA et al., 2016; FAVARO & LIMA 2005), 4 min em intensidade moderada (ZAMPARO et al., 2012), quatro a cinco diferentes intensidades (ZAMPARO, 2006), incremental de 7 x 200 m (MEJIAS et al., 2014), 200 m com somente propulsão de braços (ZAMPARO et al., 2014) e 200 m em nado crawl (GATTA et al., 2006). Visto que intensidade, distância e pernada influenciam a DC e FB, não é possível comparar diretamente esses resultados (SILVEIRA et al., 2017). Gatta et al. (2006) ao analisarem provas de 200 m no Campeonato Mundial Master de 2004 em atletas de idade de 50 a >80 anos, obtiveram resultados de DC 19 a 29%, faixa etária de 55 a 59 anos, e 8,5 a 24%, 60 a 64 anos, maiores quando comparados ao G3 do presente estudo. A DC está relacionada à qualidade técnica do nadador (ZAMPARO, CARRARA & CESARI, 2017) e sua tolerância à fadiga, visto que nadadores que conseguem manter altos valores de DC ao final da prova de 200 m, possuem melhor desempenho (CRAIG et al., 1985).

Já a manutenção de altos valores de FB está relacionada à nadadores que possuem maiores capacidades aeróbica e anaeróbica para atingir e sustentar altas velocidades (TERMIN & PENDERGAST, 2000). Zamparo, Carrara & Cesari (2017) ao avaliarem nadadores máster de três níveis técnicos distintos, encontraram que em altas velocidades os nadadores mais técnicos obtiveram maiores valores de FB e DC, além disso, a medida que o nível técnico decaía entre os três grupos, o mesmo acontecia para tempo de experiência em natação. Contudo, apesar dos diferentes níveis de desempenho entre os atletas máster, resultados de provas oficiais indicam que há queda na FB e DC com o aumento da idade, sendo que a taxa de declínio para

FB é maior que para DC (GATTA et al., 2006). A diminuição da DC com o aumento da idade está relacionada à diminuição da eficiência propulsiva, levando à diminuição na velocidade de nado (ZAMPARO et al., 2012).

O IN, produto entre DC e VN, indica economia em natação, pois descreve a habilidade do nadador em se mover em uma dada velocidade com o menor número de braçadas possíveis (COSTIL et al., 1985). Os nadadores do G1 possuem 24% maior IN quando comparado ao G2 e este, 13,4% acima do G3. Zamparo et al. (2012), ao avaliar o custo energético em natação de nadadores máster, não encontraram diferença entre os valores quando comparadas diferentes velocidades em diferentes faixas etárias (30 a 80 anos), porém nadadores > 40 anos possuem maior custo que nadadores máster mais novos. Ademais, quando os valores de custo energético foram comparados com os de nadadores elite mais novos, para a mesma velocidade, o custo aumentou em 0,75% por ano.

Ao analisar a energia requerida em prova e a energia disponível, por métodos matemáticos, Zamparo, Gatta & Di Prampero (2012) encontram tanto diminuição da energia disponível (sistemas energéticos aeróbios e anaeróbios), quanto aumento no custo energético. O custo energético em natação está diretamente associado à qualidade técnica do nadador (HOLMÉR, 1992) e ao seu nível de treinamento (TERMIN & PENDERGAST, 2000). Visto as correlações significativas e negativas entre FB, DC e IN encontradas no presente estudo e previamente descritas na literatura (ARELLANO et al., 1994; FIGUEIREDO et al., 2013; NASIRZADE et al., 2015); o treinamento de nadadores máster não deve focar somente em potência metabólica total, mas também na qualidade técnica, que aumenta a eficiência propulsiva e diminui o custo com a locomoção em água (ZAMPARO, GATTA & DI PRAMPERO, 2012).

O presente estudo possui limitações que devem ser levadas em consideração afim de interpretar melhor os resultados apresentados. Apesar de terem sido familiarizados quanto a utilização do *snorkel*, é possível que a queda na velocidade na última parcial do T200 não tenha sido identificada pelo aumento da confiança que os nadadores obtiveram ao longo do teste, fazendo que tenham realizados parciais anteriores em menor intensidade do que o fariam em situação de prova. Além disso, essa menor intensidade pode ter contribuído para a grande variação nos resultados de FCmax. Ademais, é sabido que a categoria máster é muito heterogênea, e possivelmente a experiência em natação e características atuais de treinamento, variáveis não incluídas neste estudo, são fatores a serem considerados, além da idade, como determinantes do desempenho.

Conclusão

O desempenho no T200 decai conforme aumenta a faixa etária dos grupos. Das variáveis preditoras do desempenho avaliadas no presente estudo: estatura, envergadura, gordura corporal, $VO_{2\text{pico}}$, e variáveis biomecânicas (DC, FB e IN), identificamos que o $VO_{2\text{pico}}$ e as variáveis biomecânicas possuem alta correlação com o tempo de desempenho no T200. Contudo, apesar da grande influência dos parâmetros fisiológicos na capacidade dos sistemas energéticos, a técnica em natação, avaliada pela cinemática, é fundamental na produção de forças propulsivas e diminuição do arrasto. Sendo assim, treinadores de nadadores máster devem trabalhar além da potência metabólica total, incluindo o desenvolvimento da técnica no treinamento.

Referências

- ARELLANO, R., BROWN, P., CAPPAERT, J., NELSON, R. C. Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 10, pg. 189-199, 1994.
- ASPENES, S. T., KARLSEN, A. T. Exercise-Training Intervention Studies in Competitive Swimming. **Sports Med**, v. 42, n. 6, pg. 527-543, 2012.
- ASPERTI, A. M., FERNANDES, T. L., MARINHO, I. M., PEDRINELLI, A., HERNANDEZ, J. Lesões esportivas em atletas amadores de uma universidade brasileira. **Acta Ortop Bras**, v. 25, n. 2, pg. 93-98, 2017.
- BALDARI, C., FERNANDES, R. J., MEUCCI, M., RIBEIRO, J., VILAS-BOAS, J. P., GUIDETTI, L. Is the New AquaTrainer® Snorkel Valid for VO_2 Assessment in Swimming? **Int J Sports Med**, 2012.
- BARBOSA, T., SILVA, A. J., REIS, A. M., COSTA, M., GARRIDO, N., POLICARPO, F., REIS, V. M. Kinematical changes in swimming front Crawl and Breaststroke with the AquaTrainer® snorkel. **Eur J Appl Physiol**, v. 109, pg. 1155–1162, 2010.
- CAPUTO, F., OLIVEIRA, M. F. M., DENADAI, B. S., GRECO, C. C. Fatores intrínsecos do custo energético da locomoção durante a natação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, 2006.
- CASTRO, S. F. A., DIFENTHAELER, F., COLPES, F., SILVEIRA, R. P., FRANKEN, M. Desempenho e *pacing* na prova de 200 m nado borboleta: variabilidade e relações dos tempos parciais com o tempo final. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 10, n. 4, pg. 197-201, 2017.
- CASTRO, F. A. S., MOTA, C. B. Desempenho em 200 m nado *crawl* sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos de nado. **Brazilian Journal of Biomechanics**, v. 9, n. 17, 2008.

- CASTRO, F. A. S., MOTA, C. B. Energética e desempenho em 200 m nado *crawl* realizado sob máxima intensidade. **R. bras. Ci. e Mov**, v.18, n. 2, pg. 67-75, 2010
- CHOLLET, D., PELAYO, P., TORNY, C., SIDNEY, M. Comparative analysis of 100m and 200m events in the four strokes in top level swimmers. **Journal of Human Movement Studies**, v. 31, pg. 25-37, 1996.
- COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, 2nd ed. Hillsdale, New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1988, pp.281–285.
- COLYER, S. L., ROBERTS, S. P., ROBINSON, J. B., THOMPSON, D., STOKES, K. A., BILZON, J. L. J., SALO, A. I. T. Detecting meaningful body composition changes in athletes using dual-energy x-ray absorptiometry. **Physiol. Meas**, v. 37, pg. 596–609, 2016.
- COSTILL, D. L.; KOVALESKI, D.; PORTER, D.; KIRWAN, R.; FIELDING, R., KING, D. Energy Expenditure During Front *Crawl* Swimming: Predicting Success in Middle- Distance Events. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, pg. 266-270, 1985.
- CRAIG, A. B., SKEHAN, P. L., PAWELCZYK, J. A., BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, n. 17, n. 6, pg. 625-634, 1985.
- DE JESUS, K. et al. Which are the best VO₂ sampling intervals to characterize low to severe swimming intensities? **Int J Sports Med**, v. 35, n. 12, p. 1030–1036, 2014.
- DUBÉ, J., BROSKEY, N., DESPINES, A. A., STEFANOVIC-RACIC M., TOLEDO, F. G. S., GOOPASTER, B. H., AMATI, F. Muscle Characteristics and Substrate Energetics in Lifelong Endurance Athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 2016.
- ESPADA, M., FIGUEIREDO, T., NUNES, P., PEREIRA, A., LOURO, H., PESSOA FILHO, D. M. Relação entre parâmetros de ciclo gestual e desempenho em nadadores master de diferentes escalões etários. **Revista UIIPS**, v. 4, n. 1, pg. 104-104, 2016.
- FAVARO, O. R., LIMA, F. T. Influência da idade na performance, frequência de braçada e comprimento de braçada em nadadores masters de 50 metros nado livre. **R. bras. Ci e Mov**, v. 13, n. 2, pg. 7-15., 2005.
- FERNANDES, R. J., DE JESUS, K., BALDARI, C., SOUSA A. C., VILAS-BOAS, J. P., GUIDETTI, L. Different V̇O_{2max} Time-Averaging Intervals in Swimming. **Int J Sports Med**, v. 33, pg. 1010–1015, 2012.
- FERREIRA, M. I. A. **Longitudinal Assessment of Masters Swimmers: Monitoring the energetics, biomechanics and performance over a season**. 2015. 85 f. Tese (Doutorado em Ciências do Desporto) – Universidade da Beira Interior, Covilhã.
- FERREIRA, M. I., BARBOSA, T. M., NEIVA, H. P., MARTA, C. C., COSTA, M. J., MARINHO, D. Effect of Gender, Energetics, and Biomechanics on Swimming Masters Performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 7, pg. 1948-1955, 2015

FIGUEIREDO, P., PENDERGAST, D. R., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. Interplay of Biomechanical, Energetic, Coordinative, and Muscular Factors in a 200 m Front Crawl Swim. **BioMed Research International**, 2013.

FIGUEIREDO, P., ZAMPARO, P., SOUSA, A., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. An energy balance of the 200 m front crawl race. **Eur J Appl Physiol**, v. 111, pg. 767-777. 2011

FINA. **Fina points calculator**. Disponível em <<http://www.fina.org/content/fina-points>>.

GATTA, G., BENELLI, P., DITROILO, M. THE DECLINE OF SWIMMING PERFORMANCE WITH ADVANCING AGE: A CROSS-SECTIONAL STUDY. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, pg. 932–938, 2006.

GRAEF, F. I., KRUEL, L. F. M. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício – uma revisão. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 4., 2006.

HAY, J.; GUIMARÃES, A. C. S. A quantitative look at swimming biomechanics. **Swimming Technique**, 1983.

HOLMER, I. Swimming Physiology. **Ann. Physiol. Anthropol**, v. 11, n. 3, pg. 269-276, 1992.

HOUT-MARCHAND, F., NESI, X., SIDNEY, M., ALBERTY, M., PELAYO, P. Variations of stroking parameters associated with 200 m competitive performance improvement in top-standard front crawl swimmers. **Sports Biomechanics**, v. 4, v. , pg. 89-100, 2005.

IMBODEN, M. T., WELCH, W. A., SWARTZ, A. M., MONTOYE, A. H. K., FINCH, H. W., HARBER, M. P., KAMINSKY, L. A. Reference standards for body fat measures using GE dual energy x-ray absorptiometry in Caucasian adults. **PLoS ONE**, v. 12, n. 4, 2017.

KNECHTLE, B., NIKOLAIDIS, P.T., KÖNIG, S., ROSEMANN, T., RÜST, C.A. Performance trends in master freestyle swimmers aged 25–89 years at the FINA World Championships from 1986 to 2014. **Age**, v. 38, n. 18, 2016.

LÄTT, E., JÜRIMÄE, J., MÄESTU, J., PURGE, P., RÄMSON. R., HALJASTE, K., KESKINEN, K. L., RODRIGUEZ, F. A., JÜRIMÄE, T. Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, pg. 398-404, 2010.

MCGIBBON, K. E., PYNE, D. B., SHEPHARD, M. E., THOMPSON, K. G. Pacing in Swimming: A Systematic Review. **Sports Med**, v. 48, 1621-1633, 2018.

MEJIAS, J. E., BRAGADA, J. A., COSTA, M. J., REIS, V. M., GARRIDO, N. D., BARBOSA, T. M. “Young” masters vs elite swimmers: comparisons of performance, energetics, kinematics and efficiency. **International SportMed Journal**, v. 15, n. 2, pg. 165-177, 2014.

MITCHELL, J. H., SPROULE, B. J., CHAPMAN, C. B. The physiological meaning of maximal oxygen intake test. **J Clin Invest**, v. 37, pg. 538-547, 1958.

- NASIRZADE, A., SADEGHI, H., SOBHKHIZ, A., MOHAMMADIAN, K., NIKOUEI, A., BAGHIYAN, M., FATTAHA, A. Multivariate analysis of 200-m front crawl swimming performance in young male swimmers. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**, v. 17, n. 3, 2015.
- OJANEN, RAUHALA, T., HÄKKINEN, K. Strength and power profiles of the lower and upper extremities in master throwers at different ages. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, pg. 216–222, 2007.
- OLIVEIRA, T., APOLINÁRIO, M., FREUDENHEIM, A., CORRÊA, U. Análise sistêmica do nado *crawl*. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, vol. 4, n. 1, p. 15-21, 2009
- ÖZYENER, F., ROSSITER, H. B., WARD, S. A., WHIPP, B. J. Influence of exercise intensity on the on-and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. **J Physiol**, v. 533, n. 3, pg. 891–902, 2001.
- PYNE, D. B., SHARP, R. L. Physical and Energy Requirements of Competitive Swimming Events. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 24, pg. 351-359, 2014.
- REABURN, P., DASCOMBE, B. Anaerobic performance in masters athletes. **Eur. Rev. Aging Phys Act**, v. 6, pg. 39-53, 2009.
- REABURN, P., DASCOMBE, B. Endurance performance in masters athletes. **Eur. Rev. Aging Phys Act**, v. 5, pg. 31-42, 2008.
- REIS, V. M., SILVA, A. J., CARNEIRO, A. L., MARINHO, D. A., NOVAES, G. S., BARBOSA, T. M. 100m and 200m front crawl performance prediction based on anthropometric and physiological measurements. **International Sport Med Journal**, v.13 n.1, pg 29-38, 2012.
- RIBEIRO, J., FIGUEIREDO, P., SOUSA, A., MONTEIRO, J., PELARIGO, J., VILAS-BOAS, J. P., TOUSSAINT, H. M., FERNANDES, R. F. VO₂ kinetics and metabolic contributions during full and upper body extreme swimming intensity. **Eur J Appl Physiol**, v. 115, pg. 1117-1124, 2015.
- ROBERTSON, E., PYNE, D., HOPKINS, W., ANSON, J. Analysis of lap times in international swimming competitions. **Journal of Sports Sciences**, pg. 1-9, 2009.
- ROELOFS, E. J., SMITH-RYAN, A. E., TREXLER, E. T., HIRSCH, K. R. Seasonal Effects on Body Composition, Muscle Characteristics, and Performance of Collegiate Swimmers and Divers. **Journal of Athletic Training**, v. 52, n. 1, pg. 45-50, 2017.
- SANTOS, D. A., DAWSON, J. A., MATIAS, C. N., ROCHA, P. M., MINDERICO, C. S., ALLISON, D. B., SARDINHA, L. B., SILVA, A. M. Reference Values for Body Composition and Anthropometrics Measurements in Athletes. **PLoS ONE**, v. 9, n. 5, 2014.
- SHAW, G., BOYD, K. T., BURKE, L. M., KOIVISTO, A. Nutrition for Swimming. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. v. 24, p. 360-372, 2014.

- SIDERS, W. A., LUKASKI, H. C., BOLONCHUK, W. W. Relationship among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 33, n. 2, pg. 166-171, 1993.
- SILVA, A. J., REIS, V. M., MARINHO, D., CARNEIRO, A. L., NOVAES, G., AIDAR, F. J. Economia de nado: factores determinantes e avaliação. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 8, n. 3, pg. 93-99, 2006.
- SILVEIRA, R. P., CASTRO, F. A. S., FIGUEIREDO, P., VILAS-BOAS, J. P., ZAMPARO, P. The Effects of Leg Kick on the Swimming Speed and on Arm Stroke Efficiency in Front Crawl. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2016.
- SIMBAÑA-ESCOBAR, D., HELLARD, P., PYNE, D. B., SEIFERT, L. Functional Role of Movement and Performance Variability: Adaptation of Front Crawl Swimmers to Competitive Swimming Constraints. *Journal of Applied Biomechanics*, 2017.
- SOUSA, A., FIGUEIREDO, P., KESKINEN, K. L., RODRIGUEZ, F. A., MACHADO, L., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. VO₂ off transiente kinetics in extreme intensity swimming. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 10, pg 546-552, 2011b.
- SOUSA, A. C., FIGUEIREDO, P., OLIVEIRA, N. L., OLIVEIRA, J., SILVA, A. J., KESKINEN, K. L., RODRIGUEZ, F. A., MACHADO, L. J., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. VO₂ Kinetics in 200-m Race-Pace Front Crawl Swimming. *Int J Sports Med*, v. 32, pg. 765-770, 2011a.
- SOUSA, A., FIGUEIREDO, P., PENDERGAST, D., KJENDLIE, P., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. Critical Evaluation of Oxygen-Uptake Assessment in Swimming. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 9, pg. 190-202, 2014.
- TANAKA H., MONAHAN K. D., SEALS D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, v. 37, pg. 153–156, 2001.
- TANAKA, H., SEALS, D. Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. *J Physiol*, v. 586, n.1, pg 55-63, 2008.
- TERMIN, B., PENDERGAST, D. R. Training using the stroke frequency-velocity relationship combine biomechanical and metabolic paradigms. *J Swimming Research*, v. 14, pg. 9-17, 2000.
- TIELAND, M., TROUWBORST, I., CLARK, B. C. Skeletal muscle performance and ageing. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, v. 9, pg 3-19, 2018.
- ZACCA, R., CASTRO, F.A.S. Bioenergetics Applied to Swimming: An Ecological Method to Monitor and Prescribe Training. In: Dr. Kevin Clark (Ed.). *Bioenergetics*. 2012. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/bioenergetics/bioenergetics-applied-to-swimming-an-ecological-method-to-monitor-and-prescribe-training>>.
- ZAMPAGNI, M. L., CASINO, D., BENELLI, P., VISANI, A., MARCACCI, M., DE VITO, G. Anthropometric and strength variables to predict freestyle performance times in elite master swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 22, n. 4, pg. 1298–1307, 2008.

ZAMPARO, P. Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *Eur J Appl Physiol*, v. 97, pg. 52–58, 2006.

ZAMPARO, P., CARRARA, S., CESARI, P. Movement evaluation of front crawl swimming: Technical skill versus aesthetic quality. *PLoS ONE*, v. 12, n. 9, 2017.

ZAMPARO, P., DALL'ORA, A., TONEATTO, A., CORTESI, M., GATTA, G. 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. *Eur J Appl Physiol*, v. 112, pg. 3949–3957, 2012.

ZAMPARO, P., GATTA, G., DI PRAMPERO, E. The determinants of performance in master swimmers: an analysis of master world records. *Eur J Appl Physiol*, 2012.

ZAMPARO, P., TURRI, E., SILVEIRA, R. P., POLI, A. The interplay between arms-only propelling efficiency power output and speed in master swimmers. *Eur J Appl Physiol*, v. 114, pg. 1259-1268, 2014.

ESTUDO 2: CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO DE NADADORES MÁSTER EM TESTE DE NATAÇÃO DE VELOCIDADE INCREMENTAL

Resumo

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é uma das medidas usadas para avaliação da capacidade aeróbia, que está relacionada tanto inversamente com mortalidade, quanto positivamente com o desempenho em natação. O envelhecimento atua diretamente sob a diminuição do VO_{2max} , tanto em pessoas sedentárias quanto em atletas. Visto o crescimento acentuado da natação máster e a lacuna existente quando à capacidade aeróbica máxima desses atletas, o presente estudo teve por objetivo comparar parâmetros fisiológicos, em diferentes faixas etárias, de nadadores competitivos da categoria máster em teste incremental de nado crawl. A amostra foi composta por 22 atletas, divididos em três grupos etários (G1: $32,6 \pm 2,9$; G2: $44,8 \pm 2,4$; G3: $64,1 \pm 8,0$ anos). Foram realizadas medidas antropométricas e de composição corporal antes da avaliação em piscina. Consumo de oxigênio, frequência cardíaca e concentração de lactato sanguíneo foram mensurados em teste incremental descontínuo de $n \times 200$ m. Estatísticas descritiva e inferencial foram utilizadas ($\alpha = 0,05$). A idade demonstrou um grande tamanho de efeito sob as variáveis, contudo não foram encontradas diferenças para o entre os grupos etários (G1: $49,2 \pm 6,2$; G2: $41,7 \pm 3,9$; G3: $40,6 \pm 10,5$ ml.kg.min⁻¹). Apesar da diminuição associada à idade nos parâmetros fisiológicos que interferem no consumo de oxigênio, a dispersão do VO_{2max} , indica a presença de outros aspectos a serem considerados para além da faixa etária nesses resultados.

Palavras-chaves: natação, envelhecimento, consumo máximo de oxigênio

Introdução

A participação de atletas em competições de natação máster, designada para indivíduos acima de 25 anos (KNECHTLE et al., 2016), tem aumentado ao longo dos anos, bem como o desempenho esportivo em todas as faixas etárias participantes (25 a 89 anos) tem melhorado. A categoria máster possui participantes diversos, desde ex-atletas, pessoas que iniciaram a natação na vida adulta, até aqueles mudaram de modalidade após anos de treinamento (ZAMPARO et al., 2012; KNECHTLE et al., 2016). Apesar dessa heterogeneidade, a categoria máster é um modelo para o estudo do envelhecimento associado ao treinamento esportivo

regular.

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), determinado como a máxima capacidade de captação, transporte e utilização de oxigênio pelo corpo, é uma das medidas usadas para avaliação da capacidade aeróbica (MITCHELL, SPROULE & CHAPMAN, 1958). Pode se relacionar tanto negativamente com mortalidade (LAUKKANEN et al., 2001), quanto positivamente com o desempenho esportivo em natação (COSTILL et al., 1985). O teste incremental descontínuo até exaustão tem sido utilizado em natação para a obtenção do VO_{2max} , sendo indicadas as distâncias de 200 m e 300 m em cada repetição, ao longo de sete níveis de intensidade (FERNANDES et al., 2012). A mensuração do VO_{2max} em natação progrediu para medidas mais práticas e relevantes às condições reais do esporte, pela utilização de *snorkel* hidrodinâmico acoplado à sistema portátil de análise de gases, contudo, de acordo com revisão sobre o tema, são escassos os estudos com nadadores realizados com este sistema (SOUSA et al., 2014) e, pelo nosso conhecimento, dos existentes, nenhum envolve atletas máster.

O envelhecimento atua diretamente sobre a diminuição do VO_{2max} , tanto em pessoas sedentárias quanto em atletas. Variáveis fisiológicas centrais, como frequência cardíaca (FC) máxima, e periféricas, como massa muscular, podem explicar as modificações no consumo de oxigênio (TANAKA & SEALS, 2008; LEPERS & STAPLEY, 2016). Por outro lado, a concentração máxima de lactato sanguínea após o esforço ($[La]$) indica o comportamento do metabolismo anaeróbio, que também diminui com o aumento da idade (REABURN & DASCOMBE, 2009).

Visto o crescimento acentuado da natação máster e a necessidade do entendimento dos seus parâmetros fisiológicos, principalmente referente à lacuna existente quando à capacidade aeróbica máxima desses atletas, o presente estudo teve por objetivo comparar parâmetros fisiológicos, em diferentes faixas etárias, de nadadores competitivos da categoria máster em teste incremental de nado crawl.

Métodos

Participantes

A amostra do estudo foi composta por 22 atletas máster de natação do sexo masculino, amadores, divididos por percentil de idade (P) em três grupos etários distintos: Grupo 1: $\leq P33$ (n=8), Grupo 2: P33,1 a P66 (n=7) e Grupo 3: $\geq P66,1$ (n=7). Foram convidados a participar e incluídos na pesquisa atletas que estivessem em treinamento regular de natação há no mínimo dois anos (com frequência semanal de três vezes e volume de 2.000 m por dia, no mínimo), e competindo regularmente há no mínimo um ano em provas máster oficiais. Foram excluídos os

atletas afastados do treinamento por um período maior do que quatro semanas. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (parecer nº 2.180.001). Os atletas, voluntários, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após receberem todas as informações sobre a pesquisa.

Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

Todas as medidas antropométricas foram obtidas antes dos testes em piscina. Para a determinação do perfil antropométrico foram obtidas as medidas de massa corporal (kg): com roupa própria para natação e descalço (balança G-Tech Glass 200®, capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg); estatura (cm): posição ereta, pés unidos, calcanhares apoiados no estadiômetro e cabeça posicionada no plano de Frankfurt (estadiômetro portátil de bolso Cescorf®, capacidade de 3 m e precisão de 0,1 cm); e envergadura (cm): com os participantes posicionados em decúbito dorsal, no solo, sobre um colchonete de 3 cm de espessura, ombros abduzidos a 90°, cotovelos, punhos e dedos em extensão, foi obtida a máxima distância entre as extremidades das mãos (ponta dos dedos médios), (trena antropométrica marca 3M, capacidade de 2 m e precisão de 0,1 cm).

A gordura corporal (%) foi avaliada a partir da utilização do *Dual-energy X-ray Absorptiometry* (DXA) (Hologic Discovery W, EUA), utilizando o *software* do mesmo fabricante. Antes do teste os atletas foram instruídos a não realizarem: atividades físicas de intensidade moderada a alta 24 h antes, não consumir álcool 72 h antes, não consumir de cafeína ou qualquer tipo de medicação com cálcio no período de 24 h antes sem comunicação prévia à equipe pesquisadora. Ademais, os indivíduos foram orientados a realizar jejum por um período mínimo de 4 h antes do teste, sendo permitido somente o consumo de água pura. Durante o teste os sujeitos foram posicionados em decúbito dorsal, alinhados e centralizados na mesa de exame com quadris e ombros estendidos para dar início à varredura pelos raios-X.

Carga de treinamento

Os atletas foram orientados a registrarem 7 dias consecutivos de treinamento em natação em uma semana não coincidente com o teste. Foram utilizadas metodologias padrão para o cálculo da carga de treinamento (MUJIKÁ et al., 1996). O treinamento em natação foi categorizado em diferentes zonas de treino conforme a descrição dos atletas referente as percepções de intensidade do treinamento. A magnitude da carga foi expressa em unidades de treinamento (UT) arbitrárias, quantificadas pela soma dos volumes nadados em cada zona de treinamento, multiplicadas pelo seu respectivo fator intensidade e volume total concluído.

Desenho experimental

Os atletas preencheram questionários sócio demográficos e de treinamento, informando o tempo de prática em natação e melhor tempo em provas do último ano. Os valores de tempo (desempenho na melhor prova) foram convertidos para pontos (FINAp) de acordo com a tabela de pontuação da Federação Internacional de Natação (FINA - <http://www.fina.org/content/fina-points>). Todos os atletas foram testados durante o período competitivo do calendário de treinamento. Para minimizar quaisquer efeitos intervenientes, os atletas foram orientados a não realizarem exercícios intensos 24 h antes do teste, não alterarem seus hábitos alimentares e não consumirem bebidas alcoólicas 72 h antes do teste. Familiarização: os atletas receberam um *snorkel* simples e foram orientados a realizar ao menos uma semana de familiarização ao equipamento durante suas sessões habituais de treino. A fim de que a familiarização fosse o mais próximo possível da situação de teste, os atletas utilizaram *nose clip* e realizaram virada simples enquanto nadavam com *snorkel*.

O protocolo de teste foi composto por duas etapas: (i) 200 m máximo (T200) e (ii) teste incremental de $n \times 200$. Antes de cada teste em piscina, os atletas realizaram individualmente um aquecimento composto por 200 a 400 m nado crawl em intensidade baixa a moderada com *snorkel* simples (similar ao da familiarização) e 200 m com *snorkel* próprio para coleta de gases (Aquatrainner, Cosmed, Itália), de baixa resistência hidrodinâmica (BALDARI et al., 2012), utilizando *nose clip*.

Os atletas foram orientados a iniciar o nado dentro da água, sem realizar os movimentos rotacionais durante a respiração e a realizarem a virada simples, sempre para o mesmo lado e sem nado subaquático posterior ao impulso na parede. A primeira etapa foi realizada a fim de determinar o melhor tempo de nado na mesma situação do teste incremental, com intuito de calcular as velocidades desse teste. O tempo foi registrado por cronômetro manual (CASIO HS-30W). A segunda etapa, composta por um teste incremental descontínuo de $n \times 200$ m, foi utilizada para a coleta de gases e posterior determinação do VO_{2max} (FERNANDES et al., 2012). Essa etapa ocorreu, no mínimo, 24 h após o T200. A primeira repetição foi calculada para iniciar com menos $0.30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ da velocidade média do T200, sendo essa velocidade correspondente ao nível individual de condicionamento físico do nadador. Foi imposto um aumento de $0.05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ entre cada repetição subsequente de 200 m. Ao final de cada repetição ocorreu uma pausa de 30 s. O teste iniciou quando o RER estivesse abaixo de < 1 e foi realizado até que o participante não conseguisse acompanhar a velocidade prescrita. Foi utilizado um *pacemaker* subaquático que emitia sinais luminosos (localizado no fundo da piscina) com o intuito de informar e controlar a velocidade de nado a cada 200 m.

Todas as sessões experimentais foram executadas nas mesmas condições ambientais por todos os atletas, em piscina de 25 m, coberta e aquecida – com temperatura da água ~ 29°C, no período da tarde para T200 (15h e 19h) e manhã para o n x 200 m (entre 08h e 12h).

Coleta de dados

Durante o teste incremental, a frequência cardíaca foi mensurada com um monitor de frequência cardíaca Garmin, modelo 920XT (Garmin, EUA). A primeira medida foi realizada após o atleta entrar na piscina e permanecer 5 minutos em repouso (FC_{rep}) e posteriormente durante todo o teste máximo. A frequência cardíaca máxima (FC_{max}) foi definida como sendo o maior valor encontrado no teste. Para comparações posteriores, foi calculada a frequência cardíaca máxima predita com base na equação desenvolvida para pessoas saudáveis, $FC_{max} = 208 - (0,7 * idade)$ (FC_{maxest}) (TANAKA, MONAHAN & SEALS, 2001), aceitando as limitações do método para o meio aquático, para cálculo da diferença entre valor encontrado e predito (DiffFC_{max}) e estimativa do percentual máximo atingido em piscina (%FC_{maxest}).

A coleta dos gases foi realizada por um sistema de recolhimento contínuo de gases expirados *breath-by-breath* por meio de um analisador portátil de gases (ergoespirômetro K5, Cosmed, Itália) conectado a um *snorkel* (Aquatrainner, Cosmed, Itália) considerado adequado para coleta de gases ventilatórios em situação de nado. O ergoespirômetro foi calibrado antes de todas as coletas de acordo com as instruções do fabricante (concentrações conhecidas de gases) antes de ser conectado ao nadador. Tais aparatos estavam suspensos a uma altura de 2 m da superfície da água num cabo de aço, possibilitando seguir o nadador com a diminuição das perturbações criadas pelo equipamento na água. Após o teste, a fim de minimizar o ruído resultante da captação dos gases, os quais não representam dados fisiológicos, os valores de consumo de oxigênio foram filtrados manualmente utilizando a o valor de referência de média $\pm 4*DP$ (ÖZYENER et al., 2001; DE JESUS et al., 2014) e a média móvel de cinco valores foi utilizada nas análises (FERNANDES et al., 2012).

Foi realizada a coleta de sangue para verificação da concentração de lactato sanguínea [La] antes (10 min em repouso) e após o termino das avaliações do teste incremental até que fosse observado queda na [LA] (nos intervalos de 1, 3, 5 e 7 min) para determinação do VO_{2max} (ZACCA et al., 2014). O sangue foi coletado na extremidade distal do dedo indicador da mão esquerda do nadador. Foi utilizado para a coleta um aparelho portátil para mensuração do lactato sanguíneo Accusport (Roche, Suíça). A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi mensurada pela escala de 15 pontos de Borg (BORG, 1998) no repouso, a cada 200 m, para conferência da progressão da intensidade, e imediatamente após o termino do teste incremental.

O VO_{2max} foi considerado atingido de acordo com os critérios fisiológicos primários e secundários (HOWLEY, 1995): (i) ocorrência de um platô no VO_2 independente do aumento da velocidade (variação não maior que 2 ml.kg.min^{-1}); (ii) nível de $[La] \geq 8 \text{ mmol.l}^{-1}$; (iii) alta taxa de quociente respiratório ($r \geq 1$), (iv) alta frequência cardíaca ($\geq 90\%$) e (v) altos valores de PSE. Foram analisados os 60 segundos finais da ultima repetição de 200 m, e a média dos dados filtrados foi considerada o VO_{2max} . A Figura 4 apresenta um exemplo de curva de consumo de oxigênio durante o teste incremental de $n \times 200 \text{ m}$, em que é possível observar a manutenção do VO_2 , apesar do aumento da velocidade.

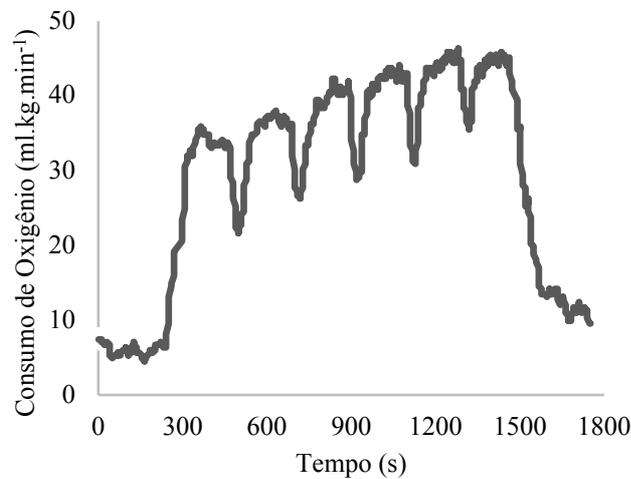


Figura 4. Exemplo de curva de consumo de oxigênio obtida durante teste incremental. No exemplo o nadador realizou seis repetições de 200 m.

Análise estatística

A distribuição dos dados foi verificada com o teste de *Shapiro-Wilk*. Posteriormente, foram calculadas médias, desvios-padrão e limites do intervalo de confiança da média (95%). Para realizar as comparações entre faixa etária, os participantes foram divididos em três grupos, criados a partir da distribuição por percentil da idade. Foi aplicada ANOVA simples para comparações entre grupos. O tamanho de efeito foi calculado a partir do η^2 e classificado em pequeno ($\eta^2 \geq 0.01$), médio ($\eta^2 \geq 0.06$) ou grande ($\eta^2 \geq 0.14$) tamanho de efeito (COHEN, 1988). Foi utilizado o pacote estatístico IBM SPSS, considerando um alfa de 5% como significativo. A fim de melhor discutir os resultados, diferenças percentuais entre os grupos foram calculadas.

Resultados

Os resultados são apresentados comparando os três grupos etários. Na Tabela 4 são apresentadas as características de idade, antropométricas e índice FINA dos nadadores. Quanto às variáveis antropométricas, os grupos não apresentaram diferença, contudo o tamanho de efeito se mostrou grande para gordura corporal e envergadura, e médio para estatura. Quanto aos pontos obtidos pelo FINAp, o grupo mais jovem apresentou maior pontuação que o grupo mais velho, e conseqüentemente melhor desempenho em competições. Os resultados para os anos em treinamento contínuo de natação mostram que o G2 apresenta menos da metade do tempo de treinamento comparado com os demais grupos, sem diferença estatística, porém com grande tamanho de efeito ($\eta^2=0,31$).

Tabela 4. Idade, índice fina e variáveis antropométricas (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança)

	Grupo 1 (n=8)	Grupo 2 (n=7)	Grupo 3 (n=7)	F (gl); p; η^2
Idade (anos)	32,6 ^a \pm 2,9]30,2 – 35,1[	44,8 ^b \pm 2,4]41,9 – 47,8[	64,1 ^c \pm 8,0]55,8 – 72,5[	F(2,19)=68,15; p<0,001 $\eta^2=0,88$
FINAp (pontos)	401,2 ^a \pm 120,2]300,7 – 501,8[	200,4 ^{b,c} \pm 67,0]117,2 – 283,6[	65,3 ^c \pm 65,1]97,0 – 233,7[	F(2,19)=13,34; p<0,001 $\eta^2=0,58$
Treinamento (anos)	14,4 \pm 12,1]3,3 – 25,6[	6,0 \pm 2,6]2,7 – 9,3[	27,0 \pm 15,0]3,1 – 50,9[	F(2,19)=4,24; p=0,03 $\eta^2=0,31$
Massa corporal (kg)	79,3 \pm 7,5]72,4 – 86,2[	80,6 \pm 7,3]71,5 – 89,8[	78,5 \pm 6,7]67,9 – 89,1[	F(2,19)=0,11; p=0,895 $\eta^2=0,012$
Estatura (cm)	181,7 \pm 5,2]176,9 – 186,5[	172,8 \pm 4,2]167,6 – 178,0[	177,8 \pm 2,5]173,8 – 181,9	F(2,19)=0,72; p=0,497 $\eta^2=0,071$
Gordura corporal (%)	22,6 \pm 5,1]17,8 – 27,3[	25,9 \pm 4,9]19,8 – 32,1[	25,5 \pm 3,7]19,6 – 31,5[	F(2,19)=0,892; p=0,426 $\eta^2=0,09$
Envergadura (cm)	187,5 \pm 5,9]182,1 – 193,0[	179,1 \pm 7,3]170,0 – 188,2[	181,6 \pm 5,2]73,3 – 190,0[	F(2,19)=2,5; p=0,109 $\eta^2=0,23$

Nota: letras diferentes indicam diferença entre grupos, $p < 0,05$.

Na Figura 5 são apresentados os resultados dos registros de treinamento em natação. Cinco atletas não entraram na análise final por não completarem o registro. A estatística mostrou que não há diferença entre os grupos para todos os dias de treino para volume e intensidade de treinamento em natação ($p > 0,05$).

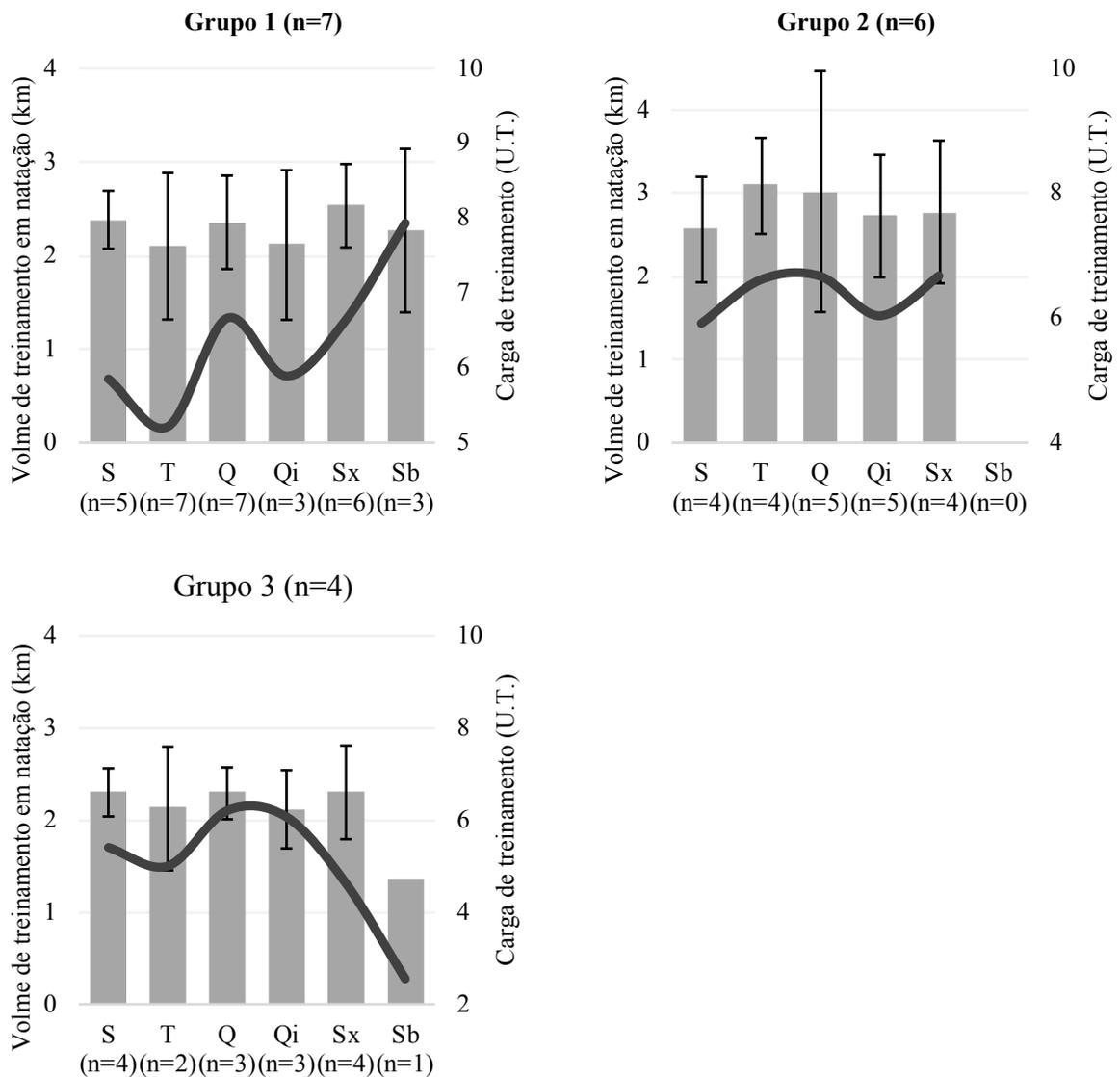


Figura 5. Volume de treinamento em natação (km) e carga de treinamento (u.t.) ao longo de uma semana conforme o grupo etário de nadadores máster. As barras representam o volume e a linha representa a carga de treinamento. O n identificado abaixo de cada coluna, se refere ao número de atletas que treinam naquele dia da semana.). S: 2ª feira, T: 3ª feira, Q: 4ª feira, Qi: 5ª feira, Sx: 6ª feira, Sb: sábado, D: domingo.

Na Tabela 5 são apresentados os dados fisiológicos obtidos no teste incremental de $n \times 200$ m. Valores fisiológicos no repouso não apresentaram diferença entre os grupos, nem tamanho de efeito expressivo. Valores máximos para FC obtidos no teste e PSE diferenciam-se no G3, o qual apresentou menores valores entre os grupos. Idade explica em grande parte a variância desses resultados. Contudo, os resultados de FCmax foram menores que os previstos em, aproximadamente, 5% para o G1 e G2 e 10% para o G3, em relação aos resultados

estimados, sendo a diferença média de -8 bpm para G1 e G2 e -14 bpm para G3. Quanto à [La], G1 obteve valor médio 8% maior que o G2, e este 19,6% maior que G3, sem diferença estatística, mas com 15% da variância explicada pela idade.

Tabela 5. Parâmetros fisiológicos dos nadadores máster (valores expressos em média \pm dp, intervalo de confiança).

	Grupo 1 (n=8)	Grupo 2 (n=7)	Grupo 3 (n=7)	F (gl); p; η^2
FCrep (bpm)	66,5 \pm 6,7]60,9 – 72,0[	69,6 \pm 13,0]53,5 – 85,7[	66,0 \pm 4,8]53,5 – 85,7[	F(2,19)=0,13; p=0,881 $\eta^2=0,013$
FCmaxest (bpm)	185,2 ^a \pm 2,1]183,4 – 186,9[	176,6 ^b \pm 1,7]174,5 – 178,7[	163,1 ^c \pm 5,6]157,2 – 169,0[	F(2,19)=68,15; p<0,001 $\eta^2=0,87$
FCmax (bpm)	177,1 ^a \pm 7,2]171,1 – 183,2[	168,6 ^a \pm 10,4]155,6 – 181,5[	149,0 ^b \pm 9,5]139,0 – 159,0[	F(2,18)=85,12; p<0,001 $\eta^2=0,61$
DiffFCmax (bpm)	- 8,0 \pm 8,2]14,9 – 1,2[	- 8,0 \pm 11,8]22,6 – 6,6[	- 14,1 \pm 7,6]22,1 – 6,1[	F(2,18)=0,51; p=0,607 $\eta^2=0,05$
%FCmaxest (%)	95,7 \pm 4,4]92,0 – 95,8[	95,5 \pm 6,6]87,3 – 103,7[	91,3 \pm 4,6]86,5 – 96,2[	F(2,18)=0,88; p=0,431 $\eta^2=0,08$
VO _{2rep} (ml.kg.min ⁻¹)	6,2 \pm 0,8]5,5 – 6,9[	5,4 \pm 0,8]4,4 – 6,5[	5,6 \pm 0,7]4,8 – 6,3[	F(2,19)=0,69; p=0,516 $\eta^2=0,06$
VO _{2max} (ml.kg.min ⁻¹)	49,2 \pm 6,2]43,6 – 54,8[	41,7 \pm 3,9]36,9 – 46,6[	40,6 \pm 10,5]29,6 – 40,3[	F(2,19)=3,27; p=0,06 $\eta^2=0,25$
EPrep	6,4 \pm 1,1]5,5 – 7,3[	6,8 \pm 1,3]5,2 – 8,4[	6,2 \pm 0,4]5,7 – 6,6[	F(2,19)=1,27; p=0,304 $\eta^2=0,11$
EPpico	18,6 ^a \pm 1,1]17,7 – 19,5[	19,6 ^a \pm 0,9]19,6 – 18,5[	16,8 ^b \pm 1,8]14,9 \pm 18,8[	F(2,19)=9,27; p=0,002 $\eta^2=0,49$
[La] rep (mmol.l ⁻¹)	1,9 \pm 0,6]1,4 – 1,9[	1,8 \pm 0,5]1,3 – 2,4[	2,4 \pm 0,6]1,5 – 2,2[	F(2,19)=0,62; p=0,549 $\eta^2=0,06$
[La] max (mmol.l ⁻¹)	10,0 \pm 4,0]6,7 – 13,3[	9,2 \pm 2,2]6,4 \pm 12,0[	7,4 \pm 2,4]4,9 – 9,7[	F(2,19)=1,75; p=0,201 $\eta^2=0,18$

Nota1: FC=frequência cardíaca; FCrep=FC repouso; FCmaxest=FC máxima estimada; FCmax=FC máxima no teste; DiffFCmax=diferença entre FCmaxest e FCmax; %FCmaxest= % FCmaxest atingido em teste; VO_{2rep}=VO2 repouso; EPrep= esforço percebido em repouso; EPpico = esforço percebido máximo; [La] rep=[La] repouso e [La] max= [La] máxima.

Nota2: Letras diferentes indicam diferença entre grupos, p<0,05.

FCmax, DiffFCmax, %FCmaxest n = 21.

A Figura 6 apresenta a dispersão dos valores de consumo máximo de oxigênio de acordo com as faixas etárias. Não foi encontrada diferença para os valores médios de consumo máximo de oxigênio (resultados na Tabela 1) entre os grupos porém G1 possui valor maior em 15% que G2 (11 anos de diferença média em relação à idade) e este, 2,6% que G3 (20 anos de diferença média em relação à idade), sem diferença estatística, porém com um grande tamanho de efeito ($\eta^2= 0,25$) da idade dobre o VO_{2max} . É possível, na Figura 6, observar que os grupos são heterogêneos: no G1, de menor faixa etária, há atletas que apresentam consumo semelhante ou menor que atletas do G3, de maior faixa etária.

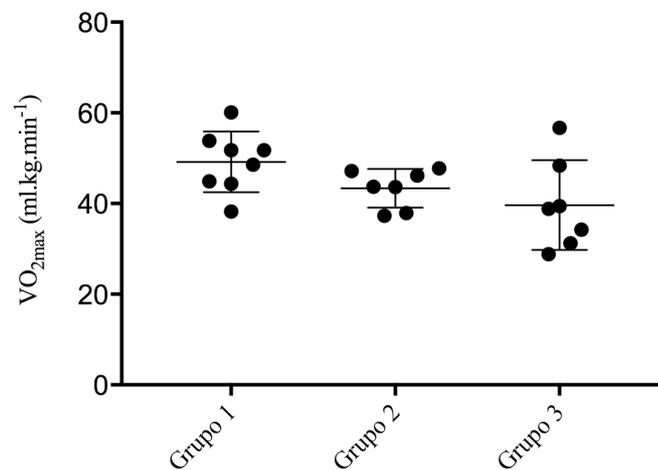


Figura 6. Dispersão de VO_{2max} entre os grupos

Discussão

O presente estudo teve por objetivo comparar parâmetros fisiológicos em diferentes faixas etárias de nadadores competitivos da categoria máster, em teste incremental de nado crawl. O principal achado está relacionado aos valores de VO_{2max} obtidos, que apesar de não apresentarem diferença estatística entre os grupos etários, sofrem um grande tamanho de efeito de grupo etário. O mesmo é observado para FC_{max} , que, para além disso, possui menor valor no G3. Não há diferença no volume e intensidade de treino em natação para os atletas, medidos por registro de sete dias representativos do treinamento regular atual dos atletas. O G2 apresenta menos da metade de experiência que os demais grupos. Ademais, percebe-se, pela dispersão do VO_{2max} , e pelo grande desvio padrão nos anos de treinamento em natação, que os nadadores máster são heterogêneos dentro dos grupos, havendo atletas do G3 que possuem consumo \geq que G1 e G2, por exemplo.

Estudos com atletas de alto desempenho que mediram o VO_{2max} , em teste incremental com coleta de gases *breath-by-breath* apresentam resultados 13,8 a 23,4% maiores para VO_{2max} comparados aos G1 do presente estudo, sendo que a idade média desses atletas não ultrapassou 20 anos (REIS et al., 2012; SOUSA, VILAS-BOAS & FERNANDES, 2014; RIBEIRO et al., 2017). Além de mais novos, atletas de alto nível iniciam uma rotina de treinamento sistemática e intensa precocemente, o que favorece a ganho em capacidade aeróbia (TERMIN & PENDERGAST, 2000). São escassos os estudos com nadadores máster que avaliaram o consumo de oxigênio em natação a partir de teste incremental, sendo que aqueles que avaliaram não utilizaram coleta de gases contínua durante a situação de nado – resultados obtidos por retroextrapolação – e utilizaram como amostra máster com idade média menor que 35 anos, do sexo masculino (MEJIAS et al., 2014; FERREIRA et al., 2015). Mejias et al. (2014) avaliaram 8 nadadores máster, de $29,7 \pm 3,8$ anos de idade e $491,8 \pm 79,7$ em FINAp, em teste incremental de 7 x 200. Os resultados mostraram VO_{2pico} de $63,0 \pm 7,7$ ml.kg.min⁻¹. Apesar dos resultados de VO_2 não serem comparáveis (VO_{2pico} por retroextrapolação vs VO_{2max} por medida direta), os atletas do presente estudo possuem menor desempenho medido pelo FINAp, o que poderia resultar em um menor VO_2 quando comparados aos atletas do estudo citado, visto que o desempenho em resistência é dependente do VO_{2max} (TANAKA & SEALS, 2008; LEPERS & STAPLEY, 2016).

Ferreira et al. (2015) avaliaram 14 nadadores máster ($35,6 \pm 7,4$ anos) em teste incremental de 5 x 200 m, ao longo de uma temporada. Resultados basais para VO_{2max} foram $41,6 \pm 7,3$ ml.kg.min⁻¹ (porém pela média dos seis segundos após detecção do consumo por retroextrapolação), sendo que os atletas obtiveram melhoras ao longo do treinamento, chegando a $50,2 \pm 9,6$ ml.kg.min⁻¹ ao final do estudo. Essa melhora da capacidade aeróbia pode estar relacionada ao pouco nível de treinamento inicial dos atletas, visto que não era necessário tempo mínimo de treinamento prévio. No presente estudo, mesmo incluindo atletas com experiência superior a dois anos, não podemos descartar essa interferência do treinamento sobre os valores de VO_{2max} e sua dispersão entre as faixas etárias. Todavia, deve ser considerado o grande efeito da idade sob esta variável fisiológica.

O VO_{2max} parece ser o mecanismo chave na diminuição do desempenho com o envelhecimento em atletas de resistência aeróbia. O declínio em relação à idade tem sido reportado em 10% por década, após os 25 anos, em indivíduos sedentários saudáveis. Os valores são ainda maiores para indivíduos engajados em treinamento de resistência aeróbia que diminuíram o volume, frequência e intensidade de treinamento ao longo dos anos. Uma hipótese

para essa grande taxa de declínio é o grande VO_{2max} de atletas máster quando jovens adultos. Por outro lado, com a manutenção do treinamento, a queda no consumo é similar a indivíduos sedentários (WILSON & TANAKA, 2000; HAWKINS et al., 2001; PIMENTEL et al., 2003; TANAKA & SEALS, 2003; REABURN & DASCOMBE, 2008; LAPERS & STAPLEY, 2016). Ao comparar os valores de VO_{2max} dos nadadores máster com homens sedentários da mesma faixa etária, encontramos um consumo superior dos nadadores: 25 a 34 anos ($41,9 \pm 7,2$ vs $49,2 \pm 6,2$ ml.kg.min⁻¹), 45 a 54 anos ($35,6 \pm 7,7$ ml.kg.min⁻¹ vs $41,1 \pm 3,9$ ml.kg.min⁻¹) e 55 a 64 anos ($30,0 \pm 6,3$ vs $40,6 \pm 10,5$ ml.kg.min⁻¹) (HERDY & UHLENDORF, 2011). O maior consumo entre atletas máster comparados à população sedentária pareada para a idade é recorrente (MCKENDRY et al., 2018) e conduz a melhor qualidade de vida (TANAKA & SEALS, 2008) e menor risco para todas causas de mortalidade (LAUKKANEN et al., 2001).

Os fatores fisiológicos que definem o VO_{2max} são expressos pela equação de Fick: ejeção cardíaca máxima * máxima diferença artério venosa de oxigênio (O_2). Sendo assim, levando em consideração os fatores fisiológicos, a redução no VO_{2max} com o envelhecimento é consequência de modificações de fatores centrais (redução da FC máxima e do volume sistólico) e periféricos (redução artério venosa de O_2 e da massa muscular) (TANAKA & SEALS, 2008; LEPERS & STAPLEY, 2016). Quanto aos fatores centrais, os valores de FCmax obtidos no presente estudo foram menores para o grupo mais velho. A FC máxima diminui com a idade da mesma forma em atletas máster e na população sedentária, em aproximadamente 0,7 bpm por ano, após os 10 anos (TANAKA, MONAHAN & SEALS, 2001). Apesar de dados ainda inconsistentes, a diminuição no volume sistólico máximo parece contribuir junto com a redução da FC máxima para menor ejeção cardíaca máxima em atletas máster (TANAKA & SEALS, 2008). Kusy e Zielinski (2014), em estudo transversal com atletas máster de resistência aeróbia (VO_{2max} $58,0 \pm 8,3$) do que *sprinters* (VO_{2max} $47,0 \pm 8,2$) e sedentários (VO_{2max} $41,1 \pm 5,8$) encontraram, a partir de análise de regressão, maior taxa de declínio na FC máxima em atletas máster de resistência aeróbica (0,68 batimentos.min.ano⁻¹) e menor taxa em *sprinters* (0,47 batimentos.min.ano⁻¹); sendo que o pulso de O_2 e a hemoglobina decaíram da mesma forma entre os grupos. Esses resultados indicam que a maior taxa de declínio do VO_{2max} poderia ser em resposta à diminuição da FC. Por outro lado, em recente metanálise, Montero & Diaz-Cañestro (2015) encontraram que a ejeção cardíaca máxima, aumentada pelo treinamento de resistência aeróbia, não é afetada negativamente pela idade; mas sim pela composição corporal (quanto menor o percentual de gordura, maior a ejeção cardíaca máxima). Visto que os atletas máster mais velhos deste estudo possuem VO_{2max} similar aos mais novos e uma menor FCmax,

podemos inferir que os parâmetros periféricos poderiam ser os responsáveis pela manutenção da capacidade aeróbia.

A máxima diferença artério-venosa de O_2 é decorrente de diversos fatores, incluindo a massa muscular e capacidade de transportar, captar e utilizar o O_2 (capilarização, tipo de fibra muscular, enzimas aeróbias) (JOYNER & COYLE, 2008). Apesar da composição corporal possuir grande percentual de sua variância explicada pela idade, os grupos apresentam percentual de gordura semelhante associado a valores similares de massa corporal, inferindo valores aproximados de tecido magro. Composição corporal semelhante entre grupos etários, medida por DXA, também foram identificados em outros estudos com atletas máster (HAWKINS et al., 2001; PIMENTEL et al., 2003; POLLOCK et al., 2015). Apesar da similaridade entre os grupos etários, Hawkins et al (2001) encontraram maiores taxas de diminuição no VO_{2max} nos corredores que obtiveram os maiores aumentos no percentual de gordura; indicando a contribuição da massa magra no VO_{2max} absoluto e do aumento de gordura corporal no VO_{2max} relativo. Contudo, não se pode afirmar que a manutenção de alto VO_{2max} entre os atletas das faixas etárias mais velhas do presente estudo, seja decorrente da preservação do tecido muscular, visto que Mckendry et al. (2018) não encontraram diferença nos valores de tecido magro entre atletas máster de resistência aeróbia, sedentários pareados para a idade, sedentários jovens e atletas de resistência aeróbia jovens, apesar de valores distinto de VO_{2max} , indicando a interferência de outros fatores intrínsecos à musculatura.

O envelhecimento saudável é caracterizado pela diminuição em tamanho e número de fibras musculares, predominantemente de fibras do tipo II, enquanto fibras do tipo I parecem ser sustentadas durante o envelhecimento, o que leva à diminuição da força muscular em idosos (TIELAND et al., 2018). As fibras do tipo II são as principais responsáveis pela via glicolítica anaeróbia durante o exercício, sendo sua diminuição um dos fatores responsáveis pela menor produção de lactato com o envelhecimento (REABURN & DASCOSBE, 2009). No presente estudo, não foi encontrada diferença nos valores médios de $[La]_{max}$ entre os grupos, porém há uma redução percentual entre eles. Os valores encontrados em teste incremental, similar ao presente estudo, com nadadores de elite, possuem resultados de $[La]_{max}$ entre 7,2 a 10,8 $mmol.l^{-1}$, contudo, quanto maior o valor de $[La]_{max}$, menor o VO_{2max} (REIS et al., 2012; SOUSA, VILAS-BOAS & FERNANDES, 2014; RIBEIRO et al., 2017), indicando entre atletas de elite, aqueles que possuem maior consumo, parece ser mais econômicos. Nesse sentido, parece ocorrer um detrimento do metabolismo aeróbico e anaeróbico em nadadores master mais velhos.

Resultados de teste incremental realizado com nadadores master “jovens” foram maiores que o G1 (MEJIAS et al., 2014) e similares ao G3 (FERREIRA et al., 2015) do presente estudo, ademais Ferreira et al. (2015) ao avaliarem a [LA]max em três momentos do calendário esportivo, encontraram menores valores ao final da temporada com concomitante aumento do VO_{2max} , o que indica melhora da capacidade metabólica com o treinamento. Resultados encontrados para [LA]max em outras distâncias de nado em atletas másters mostram diferença entre grupos etários de 40-49 vs 70-79, após ajuste pelo tempo de 50 a 400 m nado crawl (BENELLI et al., 2007); contudo quando avaliada somente a distância de 100 m nado crawl, não foram encontradas diferenças entre grupos de 25-35 a >56 anos (REABURN & MACKINNON, 1990). Apesar de estabelecida a queda no desempenho anaeróbico com a idade, o treinamento específico (alta intensidade e hipertrofia) retarda o declínio em atletas mais velhos (REABURN & DASCOMBE, 2009; MCKENDRY et al., 2018). Por outro lado, o treinamento direcionado para resistência aeróbia leva à diminuição do tamanho, força e potência de fibras musculares do tipo II, maior capitalização e economia durante o exercício, ou seja, adaptação positiva ao treinamento que pode ser crucial para o desempenho de resistência aeróbia (DUBÉ et al., 2016). Devido às similaridades na semana de treinamento entre atletas dos diferentes grupos etários, verifica-se que atletas mais velhos continuam treinando de forma similar aos mais novos, sem detrimento no volume e intensidade de treinamento.

O presente estudo possui algumas limitações a serem consideradas. Os nadadores máster participantes desta pesquisa, como esperado para a categoria, possuem diferentes níveis de experiência em natação, que podem explicar a variância do VO_{2max} . Sabendo que este é um esporte altamente técnico, em que alterações gestuais podem aumentar o custo energético com a locomoção no meio aquático (ZAMPARO, GATTA & DI PRAMPERO, 2012), atletas que possuem um nível técnico inferior podem apresentar alterações na contribuição dos sistemas energéticos decorrentes de menor força propulsiva e/ou maior arrasto, e não somente pela idade. Desta forma, estudar as variáveis representativas da técnica de nado se faz importante para interpretar de melhor forma os efeitos do envelhecimento. Ademais, é sabido que a frequência cardíaca diminuí no meio aquático em virtude, por exemplo, da posição do corpo, profundidade de imersão e temperatura da água. Todavia, a margem de valores para essa diminuição pode ser interferida pelo nível de treinamento do indivíduo (HOLMÉR, 1992; GRAEF & KRUEL, 2006). Sendo assim, a diminuição da FCmax esperada com o envelhecimento (TANAKA, MONAHAN & SEALS, 2001) precisa ser interpretada com cautela na natação.

Conclusão

Nadadores máster de diferentes faixas etárias apresentam grande percentual da variância dos resultados fisiológicos explicados pela idade, apesar de não haver diferença nos valores médios encontrados entre os grupos etários para VO_{2max} . Apesar da diminuição associada à idade dos parâmetros FC_{max} , que interfere no consumo de oxigênio. A dispersão do VO_{2max} indica a presença de outros aspectos a serem considerados para além da faixa etária, como a experiência em natação e sua relação com a técnica de nado.

Referências

- BALDARI, C., FERNANDES, R. J., MEUCCI, M., RIBEIRO, J., VILAS-BOAS, J. P., GUIDETTI, L. Is the New AquaTrainer® Snorkel Valid for VO_2 Assessment in Swimming? **Int J Sports Med**, 2012.
- BENELLI, P., DITROILO, M., FORTE, R., DE VITO, G., STOCCHI, V. Assessment of post-competition peak blood lactate in male and female master swimmers aged 40–79 years and its relationship with swimming performance. **Eur J Appl Physiol**, v. 99, pg. 685-693, 2007.
- BORG, G. Borg's perceived exertion and pain scales. **Champaign: Human Kinetics**, 1998.
- COHEN Jacob. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, 2nd ed. Hillsdale, New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1988, pp.281–285.
- COSTILL, D. L.; KOVALESKI, D.; PORTER, D.; KIRWAN, R.; FIELDING, R., KING, D. Energy Expenditure During Front *Crawl* Swimming: Predicting Success in Middle- Distance Events. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, pg. 266-270, 1985.
- DE JESUS, K. et al. Which are the best VO_2 sampling intervals to characterize low to severe swimming intensities? **Int J Sports Med**, v. 35, n. 12, p. 1030–1036, 2014.
- DUBÉ, J., BROSKEY, N., DESPINES, A. A., STEFANOVIC-RACIC M., TOLEDO, F. G. S., GOOPASTER, B. H., AMATI, F. Muscle Characteristics and Substrate Energetics in Lifelong Endurance Athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 2015.
- FERNANDES, R. J., DE JESUS, K., BALDARI, C., SOUSA A. C., VILAS-BOAS, J. P., GUIDETTI, L. Different VO_{2max} Time-Averaging Intervals in Swimming. **Int J Sports Med**, v. 33, pg. 1010–1015, 2012.
- FERREIRA, M. I., BARBOSA, T. M., NEIVA, H. P., MARTA, C. C., COSTA, M. J., MARINHO, D. Effect of Gender, Energetics, and Biomechanics on Swimming Masters Performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 7, pg. 1948-1955, 2015.
- GRAEF, F. I., KRUEL, L. F. M. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício – uma revisão. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 4., 2006.

- HAWKINS, S. A., MARCELL, T. J., JAQUE, S. V., WISWELL, R. A. A longitudinal assessment of change in VO_{2max} and maximal heart rate in master athletes. **Medicine & Science in Sports and Exercise**, 2001.
- HERDY, H. A., UHLENDORF, D. Valores de Referência para o Teste Cardiopulmonar para Homens e Mulheres Sedentários Ativos. **Arq. Bras. Cardiol**, v.96, n. 1, 2011.
- HOLMÉR, I. Swimming Physiology. **Ann. Physiol. Anthropol**, v. 11, n. 3, pg. 269-276, 1992.
- HOWLEY ET, BASSEET T, WELCH HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 27, pg. 1292–1301, 1995.
- JOYNER, M. J., COYLE, E. F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, pg. 35-44, 2008.
- KNECHTLE, B., NIKOLAIDIS, P.T., KÖNIG, S., ROSEMANN, T., RÜST, C.A. Performance trends in master freestyle swimmers aged 25–89 years at the FINA World Championships from 1986 to 2014. **Age**, v. 38, n. 18, 2016.
- KUSY K., ZIELINSKI, J. Aerobic capacity in speed-power athletes aged 20-90 years vs endurance runners and untrained participants. **Scand J Med Sci Sports**, v. 24, pg. 68-79, 2014.
- LEPERS, R., STAPLEY, P. J. Master Athletes Are Extending the Limits of Human Endurance. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 2016.
- LAUKKANEN, J. A., LAKKA, T. A., RAURAMAA, R., KUHANEN, R., VENÄLÄINEN, J. M., SAONEN, R., SALONEN, J. T. Cardiovascular Fitness as a Predictor of Mortality in Men. **Arc Intern Med**, v. 161, pg. 825-831, 2001.
- MCKENDRY, J., BREEN, L., SHAD, B. J., GREIG, A. C. Muscle morphology and performance in master athletes: A systematic review and meta-analyses. **Ageing Research Reviews**, v. 45, pg. 62-82, 2018.
- MEJIAS, J. E., BRAGADA, J. A., COSTA, M. J., REIS, V. M., GARRIDO, N. D., BARBOSA, T. M. “Young” masters vs elite swimmers: comparisons of performance, energetics, kinematics and efficiency. **International SportMed Journal**, v. 15, n. 2, pg. 165-177, 2014.
- MITCHELL, J. H., SPROULE, B. J., CHAPMAN, C. B. The physiological meaning of maximal oxygen intake test. *J Clin Invest*, v. 37, pg. 538-547, 1958.
- MONTERO, D., DIAZ-CAÑESTRO, C. Maximal cardiac output in athletes: influence of age. **The European Journal of Preventive Cardiology**, v. 22, n. 12, pg. 1588-1600, 2015.
- MUJKA, I., BUSSO, T., LACOSTE, L., BARALE, F., GEYSSANT, A., CHATARD, J. C. Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, n. 2, pg 251-258, 1996.

ÖZYENER, F., ROSSITER, H. B., WARD, S. A., WHIPP, B. J. Influence of exercise intensity on the on-and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. **J Physiol**, v. 533, n. 3, pg. 891–902, 2001.

PIMENTEL, A. E., GENTILE, C. L., TANAKA, H., SEALS, D., GATES, P. E. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained than in sedentary men. **J Appl Physiol**, v. 94, pg. 2406-2413, 2003.

POLLOCK, R. D., CARTER, S., VELLOSO, C. P. DUGGAL, N. A., LORD, J. M., LAZARUS, N. R., HARRIDGE, S. D. R. An investigation into the relationship between age and physiological function in highly active older adults. **J Physiol**, pg. 657–680, 2015.

REABURN, P., DASCOMBE, B. Anaerobic performance in masters athletes. **Eur. Rev. Aging Phys Act**, v. 6, pg. 39-53, 2009TANAKA & SEALS, 2008.

REABURN, P., DASCOMBE, B. Endurance performance in masters athletes. **Eur. Rev. Aging Phys Act**, v. 5, pg. 31-42, 2008.

REABURN, P., MACKINNON, L.T. Blood lactate responses in older swimmers during active and passive recovery following maximal sprint swimming. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 61, n. 3-4, pg. 246–250, 1990.

REIS, V. M., SILVA, A. J., CARNEIRO, A. L., MARINHO, D. A., NOVAES, G. S., BARBOSA, T. M. 100m and 200m front crawl performance prediction based on anthropometric and physiological measurements. **International Sport Med Journal**, v.13 n.1, pg 29-38, 2012.

RIBEIRO, J., TOUBEKIS, A. G., FIGUEIREDO, P., DE JESUS, K., TOUSSAINT, H. M., ALVES, F., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. Biophysical Determinants of Front-crawl Swimming at Moderate and Severe Intensities. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, pg. 241-246, 2017.

SOUSA, A., FIGUEIREDO, P., PENDERGAST, D., KJENDLIE, P., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. Critical Evaluation of Oxygen-Uptake Assessment in Swimming. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, pg. 190-202, 2014.

SOUSA, A. C., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. VO₂ Kinetics and Metabolic Contributions Whilst Swimming at 95, 100, and 105% of the Velocity at VO_{2max} **BioMed Research International**, 2014.

TIELAND, M., TROUWBORST, I., CLARK, B. C. Skeletal muscle performance and ageing. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 9, pg 3-19, 2018.

TANAKA H., MONAHAN K. D., SEALS D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **J Am Coll Cardiol**, v. 37, pg. 153–156, 2001.

TANAKA, H., SEALS, D. Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. **J Physiol**, v. 586, n.1, pg 55-63, 2008.

TANAKA, H., SEALS, D. R. Invited Review: Dynamic exercise performance in Master athletes: insights into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. **J Appl Physiol**, v. 95, pg. 2152-2162, 2003.

TERMIN, B., PENDERGAST, D.R. Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. **Journal of Swimming Research**, v. 14, pg. 9-17, 2000.

WILSON, T. M., TANAKA, H. Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. *J. Physiol.* **Heart Circ. Physiol**, v. 278, H829-H834, 2000.

ZACCA, R., CASTRO, F.A.S. Bioenergetics Applied to Swimming: An Ecological Method to Monitor and Prescribe Training. In: Dr. Kevin Clark (Ed.). **Bioenergetics**. 2012. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/bioenergetics/bioenergetics-applied-to-swimming-an-ecological-method-to-monitor-and-prescribe-training>>.

ZACCA, R., LOPES, A.L., TEIXEIRA, B.C., DE MATOS, C.C., SILVA, L.M., CASTRO, F.A.S. **Lactate peak in youth swimmers: quantity and time interval for measurements after 50-1500 maximal efforts in front crawl**. In: XII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, 2014, Canberra. Proceedings of the XII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. Canberra: Australian Institute of Sport. v. 1. p. 536-541, 2014.

ZAMPARO, P., DALL'ORA, A., TONEATTO, A., CORTESI, M., GATTA, G. The determinants of performance in master swimmers: a cross-sectional study on the age-related changes in propelling efficiency, hydrodynamic position and energy of front crawl. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, pg. 3949-3957, 2012.

ZAMPARO, P., GATTA, G., DI PRAMPERO, E. The determinants of performance in master swimmers: an analysis of master world records. **Eur J Appl Physiol**, 2012.

ESTUDO 3: PERFIL NUTRICIONAL E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE NADADORES COMPETITIVOS DA CATEGORIA MÁSTER

Resumo

O treinamento em natação é planejado de acordo com as competições alvo ao longo do ano competitivo, assim, em virtude das diferentes exigências do exercício, a nutrição necessita ser planejada a fim de atender as demandas individuais e promover adaptações ao treinamento. Visto que há grande envolvimento dos nadadores máster com o treinamento e há falta de avaliação detalhada da ingestão alimentar desses atletas às demandas que possuem, o presente estudo tem por objetivo avaliar o perfil nutricional e composição corporal de nadadores máster competitivos conforme a faixa etária. A amostra do estudo foi composta por 21 atletas máster

de natação do sexo masculino divididos por percentil de idade em três grupos etários distintos. Foram realizadas medidas antropométricas e de composição corporal e os atletas preencheram três registros de sete dias (alimentar, atividade física e exercício). Estatísticas descritiva e inferencial foram aplicadas ($\alpha = 0,05$). Resultados mostram que nadadores máster de diferentes faixas etárias possuem o mesmo gasto energético diário, sustentado por valores similares de TMB, atividades diárias, volume e intensidade de treinamento, bem como ingestão similar de energia e macronutrientes, o que resulta em composição corporal similar. Contudo, os resultados apresentam grande variabilidade, sendo os nadadores muito heterogêneos em seu nível de desempenho, histórico de participação no esporte e treinamento, por exemplo. Apesar de serem em média similares às variáveis analisadas, os dados mostram a necessidade de interpretação personalizada, a fim de gerar plano dietético estruturado e compatível com as demandas específicas de cada indivíduo.

Palavras-chaves: natação, dieta, composição corporal

Introdução

A natação é um esporte altamente técnico, visto a necessidade do corpo vencer o arrasto e gerar propulsão; o que demanda força e resistência sustentadas por diferentes combinações dos sistemas energéticos (SHAW et al., 2014). O atleta, a fim de obter melhora de técnica e de condicionamento fisiológico, para atingir êxito nas competições, necessita de treinamento sistemático e intenso (MUJIK, STELLINGWERFF & TIPTON, 2014). Atletas máster de natação são indivíduos com idade a partir de 25 anos (KNECHTLE et al., 2016) que treinam regularmente para competições designadas para essa categoria de atletas (TANAKA & SEALS, 2003). As competições máster recebem desde ex atletas de natação até indivíduos que começaram a treinar após anos de inatividade ou que mudaram de modalidade esportiva após anos de treinamento (KNECHTLE et al., 2016). A participação de atletas máster em competições apresenta tanto aumento em número de participantes acima de 40 anos, quanto melhora no desempenho dos atletas de todas as faixas etárias e provas, comparando os mundiais de 1986 a 2014 (KNECHTLE et al., 2016), sendo esse aumento da população máster evidenciado em diversas modalidades esportivas (TRAPPE, 2001).

O treinamento em natação é planejado de acordo com as competições alvo ao longo do ano competitivo, em que a periodização engloba fases de treinamento de base, específico, competitivo e de transição. Em virtude das diferentes exigências do exercício, a nutrição

necessita ser planejada a fim de atender as demandas individuais e promover adaptações ao treinamento (MUJIKA, STELLINGWERFF & TIPTON, 2014). Em relação às necessidades diárias de macronutrientes para atletas, a ingestão de carboidratos deve ser calculada de acordo com o tempo e a intensidade do exercício, variando de 3 a 12 g.kg⁻¹.d⁻¹, o consumo de proteína usual deve manter-se entre 1,2 a 2,0 g.kg⁻¹.d⁻¹, já o de lipídios não deve ser abaixo de 20% do valor energético total (VET), seguindo as recomendações populacionais para os ácidos graxos (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016). Contudo, dentro de uma mesma fase, o treinamento não é estático, possuindo oscilação nas cargas ao longo das semanas; tornando a nutrição dinâmica (SHAW et al., 2014).

Os atletas máster são uma ótima amostra de estudo para avaliar os efeitos do alto treinamento em grupos etários mais velhos (TANAKA & SEALS, 2003), pois possuem um melhor condicionamento aeróbio, força, potência e composição corporal que indivíduos sedentários da mesma faixa etária, levando à menor mortalidade e aumento da capacidade funcional (MCKENDRY et al., 2018). Visto que há grande envolvimento dos nadadores máster com o treinamento, levando muitas vezes a estresse físico e/ou diminuição do tempo despendido em outras atividades, como a família (RUBIN & RAHA, 2010) e falta de avaliação detalhada da ingestão alimentar desses atletas às demandas de treinamento (volume e intensidade) que possuem, o presente estudo tem por objetivo avaliar o perfil nutricional e composição corporal de nadadores máster competitivos conforme a faixa etária.

Métodos

Participantes

A amostra do estudo foi composta por 21 atletas máster de natação do sexo masculino, amadores, divididos por percentil de idade (P) em três grupos etários distintos: Grupo 1: ≤ P33 (n=7), Grupo 2: P33,1 a P66 (n=7) e Grupo 3: ≥ P66,1 (n=7). Foram convidados a participar e incluídos na pesquisa atletas que estivessem em treinamento regular de natação há no mínimo dois anos (com frequência semanal de três vezes e volume de 2.000 m por dia, no mínimo), e competindo regularmente há no mínimo um ano em provas máster oficiais. Foram excluídos os atletas afastados do treinamento por um período maior do que quatro semanas. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (parecer nº 2.180.001). Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após receberem todas as informações

sobre a pesquisa. Preencheram questionário sócio demográfico, em que indicaram também se estavam em acompanhamento nutricional, e de treinamento. Este último, continha perguntas sobre tempo de prática e melhor tempo em provas do último ano. Os valores de tempo foram convertidos para pontos de acordo com o índice da FINA (FINAp) (FINA - <http://www.fina.org/content/fina-points>).

Composição corporal

A composição corporal foi avaliada com o equipamento de *Dual-energy X-ray Absorptiometry* (DXA) (Hologic Discovery W, EUA), utilizando o *software* do mesmo fabricante. Antes do teste os atletas foram instruídos a não realizarem atividades físicas de intensidade moderada a alta 24 horas antes, não consumir álcool 72 h antes, não consumir cafeína ou qualquer tipo de medicação com cálcio no período de 24 h antes sem comunicação prévia à equipe pesquisadora. Ademais, os indivíduos foram orientados a realizar jejum por um período mínimo de 4 horas antes do teste, sendo permitido somente o consumo de água pura. Durante o teste os sujeitos foram posicionados em decúbito dorsal, alinhados e centralizados na mesa de exame com quadris e ombros estendidos para dar início à varredura pelos Raios-X. Foram obtidos a gordura corporal (%) e a massa magra (MM) (kg).

Para a determinação do perfil antropométrico foram obtidas as medidas de massa corporal, estando o atleta com roupa própria para natação e descalço (balança marca G-Tech Glass 200® com capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg); estatura na posição ereta, pés unidos, calcanhares apoiados no estadiômetro e cabeça posicionada no plano de Frankfurt (estadiômetro portátil marca Cescorf®, capacidade de 3 m e precisão de 0,1 cm); e oito dobras cutâneas (subescapular, tricipital, bicipital, crista ilíaca, supra espinhal, abdominal, coxa média e panturrilha) (plicômetro Cescorf® científico). Toda as medias foram feitas de acordo com o método *International Standards for Anthropometric Assessment* (ISAK) (STEWART et al., (2011), por antropometrista certificado.

Gasto energético total (GET)

A média individual do gasto energético durante sete dias foi determinada pela soma da taxa metabólica basal (TMB), fator atividade ocupacional (FA) e gasto energético específico com exercício (GEE) (natação e exercícios complementares). Representada pela equação $GET = (TMB * FA) + GEE$. A TMB foi calculada segundo a equação proposta por Cunningham (1980), na qual $TMB = 500 + (22,0 * \text{massa magra})$. Para determinação do fator atividade ocupacional, os atletas preencheram um registro de atividades diárias, com o número de horas

despendidas em cada atividade (como dormir, permanecer sentado, trabalhando em pé, atividades domésticas leves ou intensas, etc.). As horas correspondentes ao tempo de treinamento físico foram consideradas no cálculo do fator atividade com valor nulo e posteriormente foram calculadas separadamente e acrescidas à equação como gasto específico com exercício (FAO/WHO, 1985). O GEE foi calculado a partir do registro de treinamento de sete dias, de acordo com a duração, intensidade, e tipo de exercício/estilo de nado, realizado, com o auxílio da tabela de equivalentes metabólicos (MET) (AINSWORTH et al., 2011)

Carga de treinamento

A partir dos dados de treinamento em natação, foram utilizadas metodologias padrão para o cálculo da carga de treinamento (MUJIKKA et al., 1996). O treinamento em natação foi categorizado em diferentes zonas de treino conforme a descrição dos atletas referente às percepções de intensidade do treinamento. A magnitude da carga foi expressa em unidades de treinamento (UT) arbitrárias, quantificadas pela soma dos volumes nadados em cada zona de treinamento, multiplicadas pelo seu respectivo fator intensidade e volume total concluído.

Consumo alimentar

Os atletas foram orientados a preencher um registro alimentar de sete dias via aplicativo para *smartphone* (Dietbox®) (APÊNDICE). Os registros foram sincronizados com a base de dados diariamente e todas as anotações foram conferidas a partir de um *check list* (MOSHFEGH et al., 2008); em caso de dúvidas ou informações faltantes, o atleta era contatado para esclarecimentos. Cada indivíduo registrou todos os alimentos e bebidas consumidos durante sete dias da semana, consecutivos. As refeições e lanches deveriam ser descritos com as quantidades em medidas caseiras, horários e, se possível, a marca do produto alimentício. Os registros foram calculados no *software* do próprio aplicativo, utilizando as tabelas americana (USDA) e brasileiras (TACO, IBGE) bem como rótulos de alimentos (nesta ordem de preferência).

A ingestão energética corresponde ao valor energético total (VET). A adequação energética foi avaliada de acordo com: (i) balanço energético ($\text{kcal}\cdot\text{dia}^{-1}$): energia ingerida (VET) menos gasto energético total (GET), considerando adequados resultados entre 95 e 105% do GET; e (ii) disponibilidade energética (DE) ($\text{kcal}\cdot\text{MM}^{-1}$): energia ingerida menos gasto com exercícios, divididos pela massa magra, representada por $(\text{VET}-\text{GEE})\cdot\text{MM}^{-1}$ (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016); método proposto como mais eficiente para monitorar e manejar a ingestão energética dos atletas, pois informa a quantidade de energia que pode ser gasta para

cuidar das necessidades fisiológicas do corpo (LOUCKS, 2004; LOUCKS, KIENS & WRIGHT, 2011). Foram considerados os pontos de corte para alta disponibilidade energética ($> 45 \text{ kcal.MM}^{-1}$), adequada disponibilidade energética para manutenção do peso ($\sim 45 \text{ kcal.MM}^{-1}$), disponibilidade energética reduzida, mas adequada para perda de peso (30 a 45 kcal.MM^{-1}) e baixa disponibilidade energética, com implicações negativa à saúde ($< 30 \text{ kcal.MM}^{-1}$) (IOC, 2012).

A adequação dos macronutrientes foi realizada considerando o posicionamento internacional mais recente sobre nutrição e desempenho esportivo (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016), a partir da média de horas despendidas em exercício físico e suas respectivas intensidades, sendo 3 a $5 \text{ g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1}$ de carboidratos para atividades leves, de 5 a $7 \text{ g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1}$ de carboidratos para atividades moderadas, de 1,2 a $2,0 \text{ g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1}$ de proteínas e não menos que 20% do VET para gorduras. A adequação dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados foi realizada de acordo com a I Diretriz sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular (SANTOS et al., 2013), considerando adequados os percentuais do VET de $<7\%$ gordura saturada, $\sim 20\%$ monoinsaturada e 6-10% poli-insaturada.

Análise estatística

A distribuição dos dados foi verificada com teste de *Shapiro-Wilk*. Posteriormente, foram calculadas médias, desvios-padrão e limites do intervalo de confiança da média (95%). Para realizar as comparações entre faixa etária, os participantes foram divididos em três grupos, criados a partir da distribuição por percentil da idade. Foi aplicada ANOVA simples para comparações entre grupos. O tamanho de efeito foi calculado a partir do η^2 e classificado em pequeno ($\eta^2 \geq 0,01$), médio ($\eta^2 \geq 0,06$) ou grande ($\eta^2 \geq 0,14$) (COHEN, 1988). A fim de testar a diferença entre ingestão e gasto energético em cada grupo, bem como os nutrientes e seus valores de referência, foi aplicado um teste t simples. Foi utilizado o pacote estatístico IBM SPSS versão 21, considerando um alfa de 5% como estatisticamente significativo.

Resultados

Os resultados são apresentados comparando os participantes em 3 grupos etários, grupo 1 (G1, $n=7$) $33,0 \pm 2,9$ anos, grupo 2 (G2, $n=7$) $43,5 \pm 3,1$ anos e grupo 3 (G3, $n=7$) $57,5 \pm 6,8$ anos ($p < 0,001$). Em relação ao índice de desempenho FINAp, o grupo dos indivíduos mais jovens (G1), apresenta maior pontuação comparado ao grupo dos nadadores mais velhos (G3). As variáveis antropométricas são similares entre os grupos, sem diferença estatística, contudo

há grande tamanho de efeito para o percentual de gordura com o aumento da idade ($\eta^2=0,14$), de forma que 14% da variância do percentual de gordura é explicada pela idade. O GET, bem como seus componentes se mostraram similares entre os grupos (Tabela 6).

Tabela 6. Características de desempenho, tempo de treinamento, composição corporal e gasto energético de nadadores master (valores expressos em média \pm DP, intervalo de confiança).

	Grupo 1 (n=7) (33,0 \pm 2,9anos)	Grupo 2 (n=7) (43,5 \pm 3,1 anos)	Grupo 3 (n=7) (57,5 \pm 6,8 anos)	F (gl); p; η^2
FINAp (pontos)	364,9 ^a \pm 67,1]302,8 – 426,9[	247,5 ^{b,c} \pm 120,3]136,1 – 358,7[	175,6 ^c \pm 68,9]111,8 – 239,3[	F(2,18)=8,01; p=0,003 $\eta^2=0,47$
Treinamento (anos)	14,4 \pm 12,0]3,2 – 25,6[	9,7 \pm 8,9]1,4 – 17,9[	18,6 \pm 14,9]4,8 – 32,4[	F(2,18)=0,93; p=0,412 $\eta^2=0,09$
Massa corporal (kg)	79,3 \pm 7,5]72,4 – 86,3[	79,4 \pm 6,5]73,3 – 85,4[	78,5 \pm 6,1]72,9 – 84,1[	F(2,18)=0,04; p=0,962 $\eta^2=0,004$
Estatura (cm)	181,7 \pm 5,2]176,9 – 186,5[	175,2 \pm 7,4]168,4 – 182,0[	177,9 \pm 6,1]172,6 – 180,4[	F(2,18)=2,49; p=0,113 $\eta^2=0,23$
Gordura corporal (%)	22,6 \pm 5,1]17,8 – 27,3[	23,3 \pm 4,9]18,7 – 27,8[	26,6 \pm 3,7]23,1 – 30,1[	F(2,18)=1,38; p=0,279 $\eta^2=0,14$
Σ 8 DOC (mm)	95,6 \pm 29,0]68,8 – 122,4[	111,8 \pm 19,8]93,5 – 130,1[	109,6 \pm 20,7]83,8 – 135,3[	F(2,18)=0,92; p=0,42 $\eta^2=0,10$
TMB (kcal)	1648,5 \pm 125,2]1532,6 – 17643[	1642,2 \pm 106,0]1544,2 – 1740,2[	1574,0 \pm 75,5]1504,2 – 1669,2[	F(2,18)=1,10; p=0,355 $\eta^2=0,11$
FA	1,46 \pm 0,07]1,39 – 1,52[	1,50 \pm 0,25]1,35 – 1,65[	1,45 \pm 0,20]1,27 – 1,64[	F(2,18)=0,17; p=0,842 $\eta^2=0,19$
GEE (kcal)	323,1 \pm 171,7]164,2 – 481,9[	600,2 \pm 569,2]22,5 – 1096,2[	315,5 \pm 133,1]192,4 – 438,6[	F(2,18)=1,05; p=0,370 $\eta^2=0,10$
GET (kcal)	2727,9 \pm 317,1]2334,6 – 3021,2[	3021,2 \pm 680,1]2392,3 – 3650,1[	2603,2 \pm 368,8]2262,1 – 2944,3[	F(2,18)=1,38; p=0,276 $\eta^2=0,13$

Nota: Letras diferentes indicam diferença entre grupos, $p < 0,05$. Nota2: FINAp= índice de pontos FINA; Σ 8 DOC= somatório de oito dobras cutâneas; TMB= taxa metabólica basal; TMB= taxa metabólica basal; GET= gasto energético total; FA= fator atividade; GEE= gasto energético com exercício.

Informações referentes ao dia-a-dia de treinamento são apresentadas na Figura 7. A frequência semanal de treinamento em natação foi similar entre os grupos, de $4,6 \pm 1,1$ dias para o G1, $3,3 \pm 0,5$ dias para G2 e $4,0 \pm 0,8$ para o G3. Também não foi encontrada diferença estatística entre os grupos para as unidades de treinamento (UT), que engloba o treinamento em natação praticado na semana. Todavia, o treinamento em natação contabilizou $73,5 \pm 30,7\%$ para G1, $63,9 \pm 39,9\%$ para G2 e $69,8 \pm 28,8\%$ para G3 do gasto energético específico com exercício físico, visto que $71,4\%$ dos atletas do G1 realizavam outras modalidades esportivas

($2,0 \pm 1,2$ modalidades), 57,1% do G2, ($2,0 \pm 0,8$ modalidades) e 57,1% do G3 ($1,75 \pm 1,0$ modalidades), o restante do gasto energético é derivado destas modalidades extras (ex. musculação, pilates, ciclismo, corrida). A média diária de horas despendidas em exercício ao longo da semana foi de $0,66 \pm 0,35$ h para o G1, $0,96 \pm 0,78$ h para o G2 e $0,65 \pm 0,32$ h para o G3.

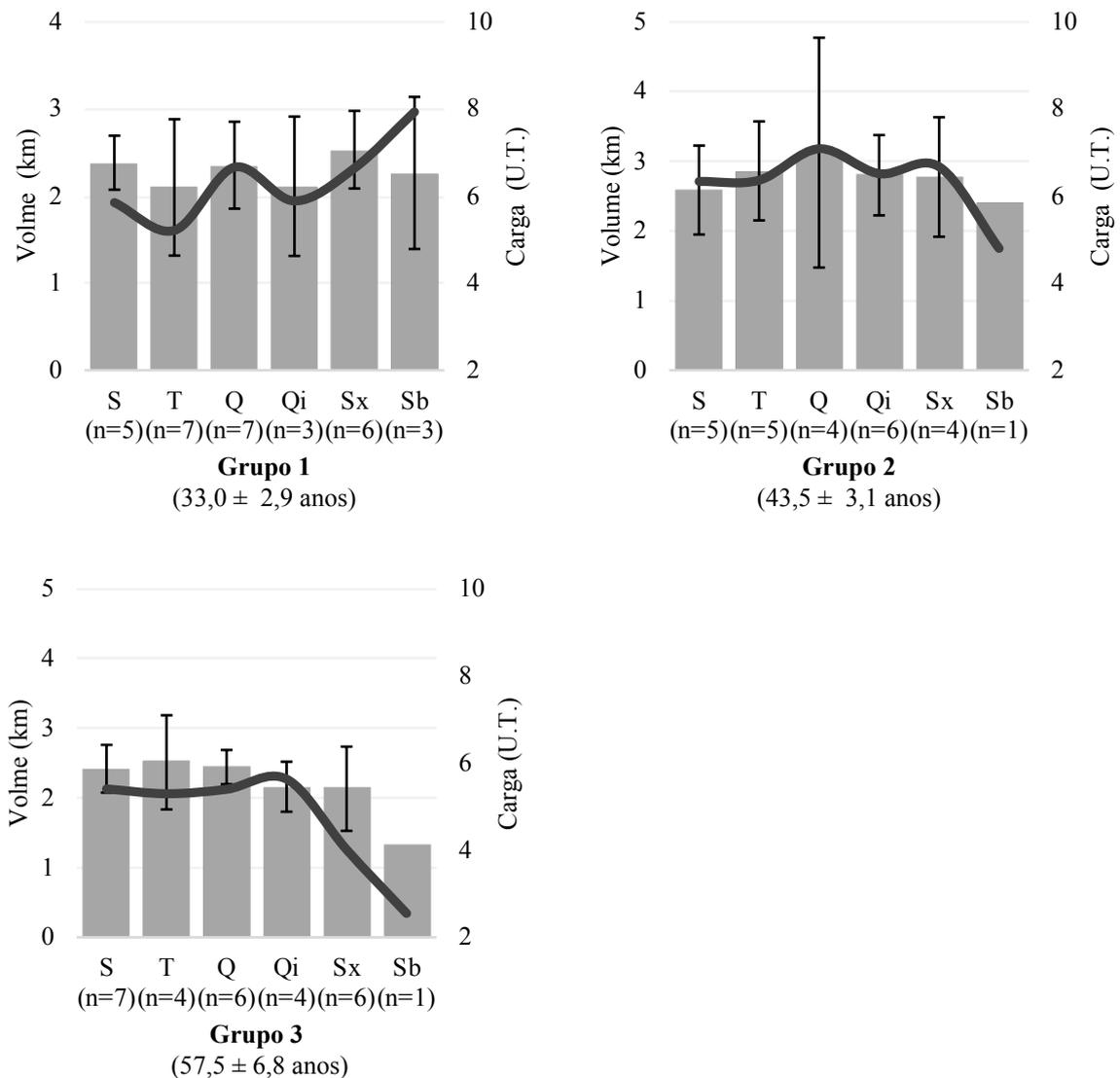


Figura 7. Volume de treinamento em natação (km) e carga de treinamento (u.t.) diários conforme o grupo etário de nadadores máster. As barras representam o volume e a linha representa a carga de treinamento. O n identificado abaixo de cada coluna, se refere ao número de atletas que treinam naquele dia da semana.). S: 2ª feira, T: 3ª feira, Q: 4ª feira, Qi: 5ª feira, Sx: 6ª feira, Sb: sábado, D: domingo.

Na Tabela 7 são apresentados os parâmetros nutricionais. Não foram encontradas diferenças entre os grupos etários. Os grupos não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre VET e GET, sendo que a adequação energética de acordo com o balanço energético médio foi de $102,1 \pm 16,9\%$ ($35,6 \pm 417,2$ kcal) para o G1, $99,2 \pm 11,2\%$ ($-67,7 \pm 361,5$ kcal) para o G2 e $98,6 \pm 17,7\%$ ($-37,2 \pm 391,1$ kcal) para o G3, contudo quando analisados individualmente, alguns atletas possuem consumo fora na faixa considerada adequada para balanço energético neutro (Figura 8). Quanto a DE, não foi encontrada diferença ao comparar os valores dos três grupos com a referência de 45 kcal.MM^{-1} ($p > 0,05$), estando todos os atletas adequados. Ao analisar a dispersão dos dados, grande parte dos atletas se encontra na faixa de perda de peso saudável (Figura 9).

Os resultados da comparação da ingestão diária média de carboidratos com a recomendação não apresentaram diferença estatística para valores comparados com 3 e $5 \text{ g.kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, porém foram menores que $7 \text{ g.kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Já para as proteínas, G1 apresentou consumo maior que $1,2 \text{ g.kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ($p < 0,5$), G2 e G3 se encontram dentro da faixa recomendada. Quanto à adequação dos ácidos graxos, os grupos apresentaram consumo acima de 20% do VET para ácidos graxos monoinsaturados; considerando ácidos graxos poli-insaturados, somente o G1 e G3 estavam adequados conforme a recomendação mínima ($p < 0,05$) e todos apresentaram valores abaixo de 10% VET; por fim, os resultados relacionados aos ácidos graxos saturados se mostraram dentro da recomendação para os G1 e acima para G2 e G3 ($p < 0,05$). Resultados para acompanhamento nutricional mostram que apenas 28,6% ($n=6$) (mesmo percentual para cada grupo etário, $n=2$ por grupo) haviam consultado um nutricionista para adequação nutricional.

Tabela 7. Parâmetros nutricionais dos nadadores máster conforme o grupo etário (conforme 7 dias de registro alimentar).

	Grupo 1 (n=8) (33,0 ± 2,9 anos)	Grupo 2 (n=7) (43,5 ± 3,1 anos)	Grupo 3 (n=7) (57,5 ± 6,8 anos)	F (gl); p; η^2
VET (kcal)	2763,6 ± 404,8]2389,1 – 3138,0[	2953,5 ± 458,9]2529,1 – 3377,9[	2523,7 ± 285,7]2259,4 – 2788,0[	F(2,18)=2,13; p=0,147 $\eta^2=0,19$
DE (energia.MM ⁻¹)	41,6 ± 8,6]33,6 – 45,2[	40,7 ± 4,8]36,2 – 45,2[	39,7 ± 5,7]34,4 – 45,0[	F(2,18)=0,15; p=0,859 $\eta^2=0,02$
Carboidratos (g.kg ⁻¹)	4,4 ± 1,4]3,1 – 5,7 [	4,5 ± 1,3]3,4 – 5,7[	3,7 ± 1,0]2,8 – 4,6[	F(2,18)=0,95; p=0,404 $\eta^2=0,10$
Proteínas (g.kg ⁻¹)	1,9 ± 0,3]1,6 – 2,1[	2,1 ± 0,7]1,4 – 2,7[	1,6 ± 0,3]1,3 – 1,9[	F(2,18)=1,39; p=0,274 $\eta^2=0,13$
Lipídeos (g.kg ⁻¹)	1,1 ± 0,2]0,9 – 1,3[	1,2 ± 0,1]1,1 – 1,3 [	1,3 ± 0,2]1,0 – 1,5[	F(2,18)=0,53; p=0,599 $\eta^2=0,055$
Lipídeos (% VET)	29,5 ± 5,6]24,0 – 35,0[	29,8 ± 5,7]24,4 – 35,1[	34,3 ± 6,4]28,4 – 40,2[	F(2,18)=1,43; p=0,264 $\eta^2=0,14$
AG mono insaturados (% VET)	22,6 ± 5,1]17,8 – 27,3[	25,9 ± 4,9]19,8 – 32,1[	25,5 ± 3,7]19,6 – 31,5[	F(2,18)=1,07; p=0,363 $\eta^2=0,11$
AG poli insaturados (% VET)	5,7 ± 1,4]4,45 – 7,0[	4,4 ± 0,9]3,5 – 5,3[	5,8 ± 1,7]4,2 – 7,3[	F(2,18)=2,27; p=0,132 $\eta^2=0,20$
AG saturados (% VET)	9,2 ± 2,7]6,7 – 11,8[	10,4 ± 2,3]8,4 – 12,5[	11,8 ± 2,4]9,6 – 14,0[	F(2,18)=1,96; p=0,169 $\eta^2=0,18$

Nota: Letras diferentes indicam diferença entre grupos, $p < 0,05$. Nota2: VET= valor energético total; DE= disponibilidade energética; AG= ácidos graxos.

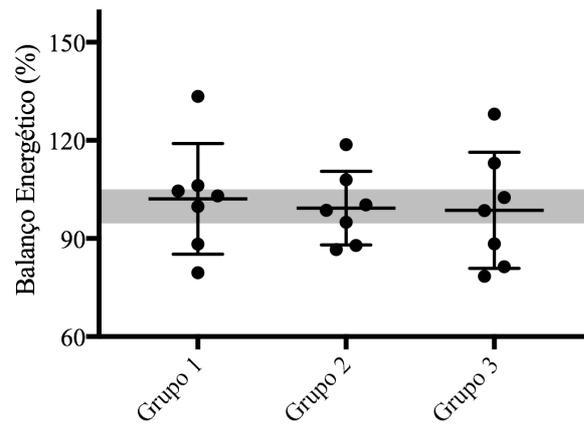


Figura 8. Distribuição do balanço energético entre os grupos. A faixa cinza delimita o intervalo de 95 a 105%.

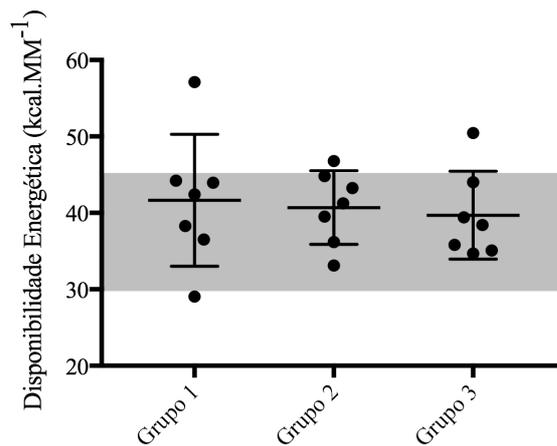


Figura 9. Distribuição da disponibilidade energética entre os grupos. A faixa cinza delimita o intervalo de 30 a 45 kcal.MM⁻¹.

A Figura 10 apresenta a flutuação do consumo alimentar (cada macronutriente) e do gasto energético (TMB, FA e GEE) ao longo da semana nos três grupos etários. Não há diferença entre os grupos tanto para o VET (ingestão) quanto para o GET (gasto), bem como para os macronutrientes e componentes do GET ao longo da semana entre os grupos.

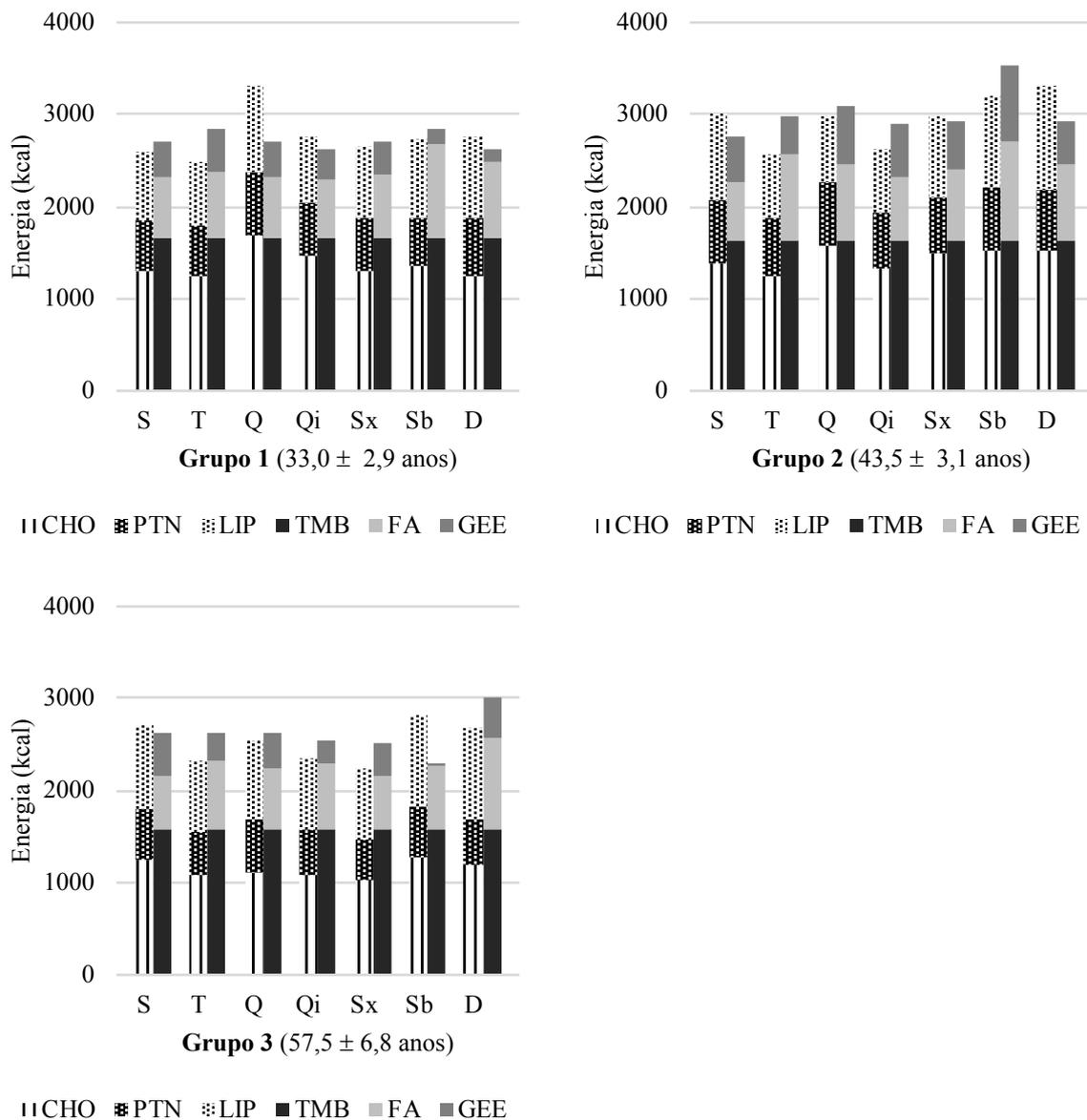


Figura 10. Ingestão e gasto energético de nadadores máster ao longo de uma semana. As barras hachuradas representam a ingestão de energia (CHO: carboidrato, PTN: proteína, LIP: lipídios) e as barras sólidas representam o gasto de energia (TMB: taxa metabólica basal, FA: fator atividade, GEE: gasto energético específico com exercício). S: 2ª feira, T: 3ª feira, Q: 4ª feira, Qi: 5ª feira, Sx: 6ª feira, SB: sábado, D: domingo.

Apesar de não haver diferença estatística entre os valores médios entre os grupos em relação a ingestão e gasto energético, não é possível inferir que a categoria máster seja homogênea, uma vez que há uma grande variabilidade nos parâmetros analisados. Na Figura 11 são apresentados exemplos de ingestão vs gasto energético de dois atletas máster ao longo de uma semana. O Atleta 1 possui 35 anos, 17% gordura corporal, FINAp de 420 pontos e 20 anos de treinamento em natação; treina quatro vezes na semana e possui balanço energético de

88% e DE para perda de peso ($36,5 \text{ kcal.MM}^{-1}$). Por outro lado, o Atleta 2, possui 31 anos, 16% gordura corporal, FINAp 271 pontos e três anos de treinamento em natação; treina sete vezes na semana, possui balanço energético de 106% e DE de acordo com suas necessidades ($43,0 \text{ kcal.MM}^{-1}$). Contudo, ambos não ingerem a energia de acordo com as necessidades energéticas diárias ao longo da semana, havendo dias em que o consumo está abaixo e dias que está acima do GET.

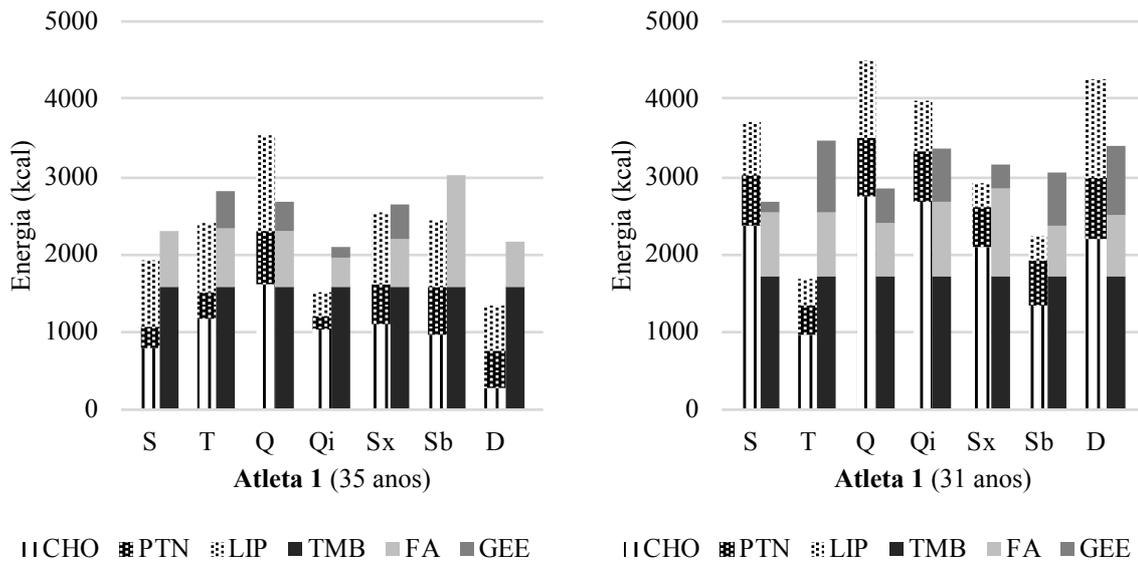


Figura 11. Ingestão energética e gasto energético ao longo de uma semana de dois nadadores máster. As barras hachuradas representam a ingestão de energia (CHO: carboidrato, PTN: proteína, LIP: lipídios) e as barras sólidas representam o gasto de energia (TMB: taxa metabólica basal, FA: fator atividade, GEE: gasto energético específico com exercício). S: 2ª feira, T: 3ª feira, Q: 4ª feira, Qi: 5ª feira, Sx: 6ª feira, sb: sábado, D: domingo.

Discussão

O presente estudo teve por objetivo avaliar o perfil nutricional e a composição corporal de nadadores máster competitivos de diferentes faixas etárias. Os achados indicam que, ao comparar os valores médios de cada grupo, os nadadores máster possuem gasto e ingestão energética similares, bem como ingestão de macronutrientes e composição corporal. Contudo, é importante salientar que os resultados apresentam grande variabilidade, indicando grande heterogeneidade entre os nadadores.

Resultados referentes à gordura corporal mostraram que não há diferença estatística entre os grupos, porém a variância é explicada em 14% pela idade. Os valores de referência

produzidos para caucasianos quanto à interpretação dos resultados do DXA, indicam que, em média, os nadadores máster de todas as faixas etárias se encontram abaixo do percentil 50, ou sejam, possuem menor percentual de gordura que a média populacional (IMBODEN et al., 2017). Em recente revisão sistemática, resultados apontam que atletas máster possuem menos gordura corporal comparados com a população sedentária saudável da mesma faixa etária (MCKENDRY et al., 2018). Estudos que avaliaram atletas máster, > 60 anos, de outros esportes de resistência aeróbia que também utilizaram DXA para avaliar composição corporal, encontraram valores médios menores comparados ao presente estudo, $20 \pm 6\%$ (corredores, ciclistas e cross-training) (PROCTOR & JOYNER, 1997); $18,8 \pm 5\%$ (remadores) (SANADA et al., 2009) e $22 \pm 0,8\%$ (corredores) (WITKOWSKI, et al., 2010). Os resultados para percentual de gordura maior em nadadores quando comparados a corredores de resistência aeróbia já foi relatado anteriormente (FLECK, 1983), sendo uma possível explicação o aumento da flutuabilidade causado pela menor densidade corporal, permitindo que mais energia seja usada para propulsão em vez de manter o corpo na posição horizontal. Resultados similares entre as faixas etárias também foram encontrados por Pollock et al. (2015), ao avaliarem por DXA ciclistas máster treinados, apresentando ~21% de gordura sem diferença entre as faixas etárias (55-59, 60-64, 65-69, >70 anos). Nesse mesmo estudo, os atletas também não apresentaram diferença estatística para volume de treino mensal. Apesar de haver mudanças na composição corporal com o envelhecimento (MANINI, 2010), a manutenção da composição corporal com o aumento da idade parece ser dependente da manutenção dos estímulos de treinamento (MCKENDRY et al., 2018).

A taxa metabólica basal, estimada neste estudo pela equação de Cunningham (1980), que leva em consideração somente a massa magra, não foi diferente entre os grupos. Sabe-se que o envelhecimento tem um impacto negativo na taxa metabólica basal (ST-ONGE & GALLAGHER, 2010), implicando em declínio progressivo após os 20 anos de idade em uma taxa de 1-2% por década, declínio esse fortemente relacionado à diminuição da massa magra (tecidos ativos e órgãos) (MANINI, 2010). Contudo, Manini (2010) coloca que homens os quais são capazes de manter altos níveis tanto de exercício, quanto de ingestão energética no envelhecimento, conseguem manter seus níveis de TMB. Visto que tanto o gasto energético total, quanto a ingestão energética total não foram diferentes entre os atletas, percebe-se que os indivíduos de maior faixa etária mantem um estilo de vida similar aos atletas mais novos, na natação, mantendo os mesmos volumes e intensidades de treinamento, portanto benefícios semelhantes de composição corporal.

Os atletas avaliados no presente estudo apresentaram balanço energético próximo de 100%, sem diferença entre os grupos etários. Entretanto, estudos que avaliaram o balanço energético em nadadores de elite do sexo masculino possuem resultados conflitantes. Estando os nadadores adequados (HAWLEY & WILLIAMS, 1991), inadequados (TRAPPE et al., 1997; MARTINEZ et al., 2011), acima (SATO et al., 2011) ou variando a adequação conforme a fase de treinamento (NOOLAND et al., 2001; MONTENEGRO et al., 2017). Os estudos prospectivos de Noland et al. (2011) e Montenegro et al. (2017) mostraram que os atletas possuem períodos de treinamento em que estão adequados quanto ao consumo energético e períodos em que estão em déficit. Contudo, ao contrário da maioria dos atletas máster do presente estudo que possuem <1 hora diária despendida com exercícios, atletas de alto nível treinam ~5 horas por dia, o que aumenta o gasto energético específico com o exercício físico (TRINDADE et al., 2017) dificultando a adequação energética em períodos de alta demanda de treinamento (MONTENEGRO et al., 2017).

Estudos com atletas amadores de outras modalidades mostram déficit energético entre os atletas (BASSIT & MALVERDI, 1998; GOMES et al., 2009; GOSTON & MENDES, 2011). Contudo, os estudos utilizaram valores obtidos por meio de inquéritos alimentares com menor duração de tempo, como recordatório 24 horas (GOMES et al., 2009) e registro de três dias (BASSIT & MALVERDI, 1998; GOSTON & MENDES, 2011), o que pode não refletir o consumo médio real dos atletas vistas as oscilações que ocorrem ao longo da semana. Apesar de ser amplamente utilizado, o balanço energético não contém informações confiáveis sobre a energia disponível para o organismo efetuar adequadamente os processos fisiológicos. O Comitê Olímpico Internacional sugere que disponibilidade de energia, energia restante ao organismo após a subtração do gasto com exercício, similar a 45 kcal.MM^{-1} é adequada para manutenção do peso, desta forma os nadadores do presente estudo estão adequados quanto à disponibilidade energética. Além de um consumo energético adequado, atletas necessitam ter distribuição de macronutrientes que favoreça a otimização do desempenho e da recuperação ao exercício (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016). Desta forma, quanto ao consumo de carboidratos os atletas encontram-se dentro da recomendação proposta para tanto atividades de baixa intensidade, quanto moderadas – cuja duração seja próxima de uma hora. Estudos com nadadores de elite, que referiram o consumo relativo à massa corporal ($\text{g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), apresentam resultados, em sua maioria, superiores ao do presente estudo, com uma ingestão média entre 5,4 a $7,3 \text{ g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de carboidrato (HAWLEY & WILLIAMS, 1991; PASCHOAL & AMANCIO, 2004; SATO et al., 2011; MONTENEGRO et al., 2017), havendo somente um estudo com consumo semelhante (KABASAKALIS et al., 2007).

O maior consumo de carboidratos em atletas de alto nível pode estar relacionado a sua maior ingestão energética decorrente do maior gasto energético específico com o treinamento. Apesar de estudos com atletas de alto desempenho frequentemente evidenciarem consumo de carboidratos abaixo do recomendado (BURKE, 2010), é importante salientar que as recomendações atuais suportam uma menor ingestão em zonas de treino de menor intensidade (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016). Em estudo com dois grupos etários de atletas de força máster, o consumo médio de carboidratos foi ligeiramente abaixo, $3 \text{ g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, dos valores encontrados no presente estudo (SALLINEN et al., 2008). Os carboidratos desempenham papel fundamental no exercício, pois fornecem energia para o músculo em diferentes intensidades, visto sua participação em vias anaeróbias e aeróbias, influenciando positivamente o desempenho em exercícios de alta intensidade quando há alta disponibilidade desse macronutriente (HEARRIS et al., 2018).

O consumo diário adequado de proteína é essencial para a adaptação ao treinamento aquático (MUJICA, STELLINGWERF, TIPTON, 2014), favorecendo reparo, remodelamento e *turnover* proteico (PHILIPS & VAN LON, 2011). Os atletas do presente estudo estavam adequados à recomendação, considerando a faixa de $1,2$ a $2,0 \text{ g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Estudos com nadadores de elite apresentam tanto um consumo médio de proteína similar aos atletas máster, variando em média entre $1,6$ a $2,1$ (HAWLEY & WILLIAMS, 1991; KABASAKALIS et al., 2007; MARTINEZ et al., 2011; SATO et al., 2011), quanto consumo médio superior, entre $2,3$ e $3,3$ (SOARES, ISHII & BURINI, 1994; PASCHOAL & AMANCIO, 2004; MONTENEGRO et al., 2017). Montenegro et al. (2017), ao estudarem nadadores de elite da mesma cidade que este estudo, encontraram consumo maior de proteína ao longo de 32 semanas, com variação de $2,3$ a $2,6$ e média de $2,5 \text{ g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Contudo, apesar de acima da recomendação de consumo usual, o consumo de proteína maior que $2 \text{ g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ é interessante quando há déficit energético com intuito de adequação de composição corporal, pois auxilia na preservação do tecido magro (HECTOR & PHILLIPS, 2018). Por outro lado, atletas máster de força apresentaram consumo proteico próximo ou ligeiramente abaixo do recomendado (SALLINEN et al., 2008), o que não é recomendado para atletas que estão envolvidos em uma rotina sistemática de treinamento, visto a necessidade de manter um balanço proteico positivo (JÄGER et al., 2017).

O atual posicionamento sobre nutrição esportiva (THOMAS, ERDMAN & BURKE, 2016) não possui recomendação para consumo de lipídios relativa à massa corporal ($\text{g.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), sugerindo um consumo não menor que 20% do VET, a fim de preservar a ingestão adequada de gorduras. Os lipídios são fonte importante de energia e de reserva energética, sendo também carreadores de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais e substrato para síntese de

hormônios, composição de membranas celulares e da bainha de mielina (STELINGWERF, MAUGHAN & BURKE, 2011). A recomendação para esportes de potência, incluindo natação, sugere de 0,8 a 2,0 g.kg⁻¹.dia⁻¹, dependendo da fase de treinamento em que o atleta se encontra (STELINGWERF, MAUGHAN & BURKE, 2011). Considerando essas informações, e visto a adequação aos demais macronutrientes (carboidratos e proteínas), podemos inferir que os nadadores máster do presente estudo também se encontram adequados quanto aos lipídios ingeridos. Dois estudos com nadadores de elite reportaram ingestão perto de 30% do VET (HAWLEY & WILLIAMS, 1991; SATO et al., 2011), e três acima (SOARES, ISHII & BURINI, 1994; KABASAKALIS et al., 2007; MARTINEZ et al., 2011), sendo que Kabasakalis et al., 2007 reportaram consumo médio de 42%. Sallinen et al. (2008) ao avaliarem atletas máster, reportaram valores de consumo de lipídios por g.kg⁻¹.dia⁻¹ próximos aos do presente estudo, porém os valores em percentuais foram similares ao G3.

Em estudo prospectivo populacional em 18 países, o consumo de lipídios >30% do VET, bem como o alto consumo de gorduras saturadas (>10% VET), mostraram não estar associados a maior risco de eventos cardiovasculares ou mortalidade. As atuais recomendações para gorduras e ácidos graxos são baseadas em resultados de países Norte Americanos e Europeus, onde o excesso de nutrição (do original *nutrition excess*) é a preocupação (DEHGHAN et al., 2017). De acordo com os últimos resultados da Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 2008-2009 (IBGE, 2011), no Brasil, o consumo de gordura total e saturada aumentam acima de 30% e 10% do VET a partir de 6 e 10 salários mínimos, respectivamente (SANTOS et al., 2013). Tendo em vista os resultados obtidos, nadadores máster parecem estar adequados quanto ao consumo de gorduras.

No aspecto relacionado à qualidade dos lipídeos, nadadores másters, em sua maioria, estão adequados quanto ao consumo de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados com exceção do G2 para poli-insaturados. Por outro lado, somente o G1 apresentou adequação para o consumo de ácidos graxos saturados. Estudos com nadadores de elite mostram perfil de ácidos graxos com menor consumo de monoinsaturados, similar consumo de poli-insaturados e maior consumo de saturados (KABASAKALIS et al., 2007; MARTINEZ et al., 2011) que nadadores máster. Valores para atletas máster de força são similares para poli-insaturados e acima para mono e saturados (SALLINEN et al., 2008). O consumo de ácidos graxos insaturados, principalmente os poli-insaturados, em detrimento dos saturados, tem sido estimulado. Isto é devido tanto a relação ao aumento do colesterol sanguíneo decorrente do consumo alimentar de ácidos graxos saturados, quanto aos efeitos cardioprotetores dos ácidos graxos poli-insaturados (SANTOS et al., 2013).

Em média, não foram encontradas diferenças entre os grupos para os resultados de consumo energético total, gasto energético total, volume e intensidade de treinamento ao longo dos dias, contudo, visto que há uma grande variabilidade entre os participantes, é necessário a análise individualizada desses atletas para a estruturação do plano dietético. Além disso, cabe destacar que a avaliação do consumo diário ao longo de sete dias, comparado com as recomendações nutricionais, não indica totalmente o nível de adequação dos atletas, pois dentro de um mesmo ciclo de treinamento os estímulos ao longo da semana, como volume e intensidade do exercício, não são estáticos e influenciam os aspectos nutricionais (SHAW et al., 2014). Desta forma, em dias de alto volume e baixa intensidade no treinamento, não é necessária uma ingestão alta de carboidratos, podendo favorecer o maior consumo dos outros macronutrientes na intenção de garantir o balanço/disponibilidade energética. Por outro lado, em dias de alta intensidade, o fornecimento de carboidratos nas sessões chave é requerido (SHAW et al., 2014, THOMAS et al., 2016; HEARRIS et al., 2018). Ademais, quanto ao consumo de proteína é necessário ajustar quantidade e momento em que esta será ingerida no dia, principalmente em relação à(s) sessão(ões) de treinamento, atentando-se para volume de exercício, idade, composição corporal, ingestão energética total e a situação de treinamento do atleta, a fim de favorecer as adaptações positivas (JÄGER et al., 2017). Considerando o exemplo dos Atletas 1 e 2, percebemos que há inconsistência entre a ingestão em relação ao gasto energético (dias de déficit e dias de consumo excessivo).

Apesar dos resultados positivos, o presente estudo possui algumas limitações. Primeiramente a TMB foi avaliada por equação preditiva e não por calorimetria indireta. Contudo, dentre as equações de estimativa, a equação de Cunningham (1980) parece estimar de forma confiável a taxa metabólica basal de atletas (THOMPSON & MANORE, 1996). A utilização de registro alimentar de sete dias é considerada adequada para captar as flutuações de energia e macronutrientes (MAGKOS & YANNAKOULIA, 2003). Porém, os participantes foram captados de diferentes equipes e não houve controle da fase de treinamento, o que pode afetar o gasto energético com exercício, pois quanto à ingestão energética, recente revisão sistemática com atletas de resistência aeróbia, indicou que homens não alteram o consumo energético de acordo com as fases de treinamento (fase de preparação e competição) (HEYDENREICH et al., 2017). Apensar da adequação nutricional dos atletas em relação aos macronutrientes e ácidos graxos, ainda é necessária avaliação da qualidade da dieta (grau de processamento dos alimentos, consumo alcoólico e de suplementos alimentares), bem como ingestão de gorduras *trans* para melhor interpretação das fontes dos macronutrientes; sendo essa limitação uma direção para os estudos na área.

Conclusão

Nadadores máster de diferentes grupos etários possuem, em média, valores similares de gasto energético diário, mantido por semelhanças na TMB, FA e GEE, e energia total ingerida, bem como valores advindos dos macronutrientes. Estes, por sua vez, se mostram adequados às demandas de treinamento e parâmetros de saúde (gorduras). Contudo, visto que a categoria máster é muito diversa, ao analisar individualmente os atletas, percebemos inconsistências em sua dieta. Esses dados mostram a necessidade de interpretação personalizada, a fim de gerar um plano dietético estruturado e compatível com as demandas específicas de cada indivíduo.

Referências

- AINSWORTH, B. E., HASKELL, W. L., HERRMANN, S. D., MECKES, N. BASSETT, D. R. JR., TUDOR-LOCKE C., ... LEON A. S. Compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, pg. 1575-1581, 2011.
- BASSIT, R. A., MALVERDI, M. A. Avaliação Nutricional de Triatletas. **Rev Paul Educ Fís**, v. 12, n. 1, pg. 42-53, 1998.
- BURKE, L. M. Fueling strategies to optimize performance: training high or training low? **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 20, n. 3, pg. 48-58, 2010.
- COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, 2nd ed. Hillsdale, New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1988, pp.281–285.
- CUNNINGHAM, J. J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. **Am J Clin Nutr**, v. 33, n. 11, pg. 2372-4, 1980.
- DEHGHAN, M., MENTE, A., ZHANG, X., SWAMINATHAN, S., LI, W., MOHAN, V.,...YUSUF, S. Associations of fats and carbohydrate intake with cardiovascular disease and mortality in 18 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. **Lancet**, v. 390, pg 2050–2062, 2017.
- FAO (Food and Agriculture Organization)/WHO (World Health Organization)/UNU (United Nations University). **Energy and Protein Requirements**. WHO Technical Report Series. Geneva:WHO, 1985, p 724.
- FINA. **Fina points calculator**. Disponível em <<http://www.fina.org/content/fina-points>>.
- FLECK, S. J. Body composition of elite American athletes. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 11, n. 6, 1983.
- GOMES, R. V., RIBEIRO, S. M., VEIBIG, R. F., AOKI, M. S. Consumo alimentar e Perfil antropométrico de tenistas amadores e Profissionais. **Rev Bras Med Esporte**, v. 15, n. 6, 2009.

GOSTON, J. N., MENDES, L. L. Perfil Nutricional de Praticantes de Corrida de Rua de Um Clube Esportivo da Cidade de Belo Horizonte, MG, Brasil. **Rev Bras Med Esporte**, v. 17, n. 1, 2011.

HAWLEY, J. A., WILLIAMS, M. M. Dietary intakes of age-group swimmers. **Br J Sp Med**, v. 25, n. 3, 1991.

HECTOR, A. J., PHILLIPS, S. M. Protein Recommendations for Weight Loss in Elite Athletes: A Focus on Body Composition and Performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, pg. 170-177, 2018.

HEARRIS, M. A., HAMMOND, K. M., FELL, M., MORTON, J. P. Regulation of Muscle Glycogen Metabolism during Exercise: Implications for Endurance Performance and Training Adaptations. **Nutrients**, v. 10, n. 298, 2018.

HEYDENREICH, J., KAYSER, B., SCHUTZ, Y., MELZER, K. Total Energy Expenditure, Energy Intake, and Body Composition in Endurance Athletes Across the Training Season: A Systematic Review. **Sports Medicine – Open**, v. 3, n. 8, 2017.

IMBODEN, M. T., WELCH, W. A., SWARTZ, A. M., MONTOYE, A. H. K., FINCH, H. W., HARBER, M. P., KAMINSKY, L. A. Reference standards for body fat measures using GE dual energy x-ray absorptiometry in Caucasian adults. **PLoS ONE**, v. 12, n. 4, 2017.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE, NUTRITION WORKING GROUP. **Nutrition for Athletes: a practical guide to eating for health and performance**. 2012. http://www.olympic.org/documents/reports/en/en_report_833.pdf.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil** / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

JÄGER, R., KERKSICK, C. M., CAMPBELL, B. I., CRIBB, P. J., WELLS, S. D., SKWIAT, T. M., ... ANTONIO, J. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 20, 2017.

KABASAKALIS, A., KALITSIS, K., TSALIS, G., MOUGIOS, V. Imbalanced Nutrition of Top-Level Swimmers. **International Journal of Sports Medicine**. v. 28, pg. 1-7, 2006.

KNECHTLE, B., NIKOLAIDIS, P. T., KÖNIG, S., ROSEMAN, T., RÜST, C. Performance trends in master freestyle swimmers aged 25–89 years at the FINA World Championships from 1986 to 2014. **Age**, v. 38, n. 18, pg. 1-8, 2016.

LOUCKS, A. B. Energy balance and body composition in sports and exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, n. 1, pg 1-14, 2004.

LOUCKS, A. B., KIENS, B., WRIGHT, H. H. Energy availability in athletes. **Journal of Sports Sciences**. v. 29, n S1, p. S7-S15, 2011.

- NOOLAND, R. C., BAKER, J. T., BOUDREAU, S. R., KOBE, R. W., TANNER, C. J., HICKNER, R. C., MCCAMMON, M. R., HOUMARD, J. A. Effect of intense training on plasma leptin in male and female swimmers. **American College of Sports Medicine**, 2001
- MAGKOS, F., YANNAKOULIA, M. Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v. 6, pg. 539–549, 2003.
- MANINI, T. M. Energy Expenditure and Aging. **Ageing Res Rev**, v. 9, n. 1, 2010.
- MARTINEZ, S., PASQUARELLI, B. N., ROMAGUERA, D. et al. Anthropometric characteristics and nutritional profile of young amateur swimmers. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 25, n. 4, pg. 1126–1133!, 2011.
- MCKENDRY, J., BREEN, L., SHAD, B. J., GREIG, A. C. Muscle morphology and performance in master athletes: A systematic review and meta-analyses. **Ageing Research Reviews**, v. 45, pg. 62-82, 2018.
- MONTENEGRO, K. R., TRINDADE, C. D. Z., SCHNEIDER, C. D., CASTRO, F. A. S., BARONI, B. M. Dietary intake in high-level swimmers A 32-week prospective cohort study. **Motriz, Rio Claro**, v. 23, n. 3, 2017.
- MOSHFEGH, A. J., RHODES, D. G., BAER, D. J., MURAYI, T., CLEMENS, J. C., RUMPLER, W. V., PAUL, D. R., SEBASTIAN, R. S., KUCZYNSKI, K. J., INGWERSEN, L. A., STAPLES, R. C., CLEVELAND, L. E. The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes. **Am J Clin Nutr**, v 88, pg. 324-332, 2008.
- MUJKA, I., BUSSO, T., LACOSTE, L., BARALE, F., GEYSSANT, A., CHATARD, J. C. Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, n. 2, pg 251-258, 1996.
- MUJKA, I., STELLINGWERFF, T., TIPTON, K. Nutrition and training adaptations in aquatic sports. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v. 24, pg. 414–424, 2014.
- PASCHOAL, V. C. P., AMANCIO, O. M. S. Nutritional Status of Brazilian Elite Swimmers. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. v. 14, pg. 81-94, 2004.
- PHILLIPS, S. M., VAN LOON, L. J. C. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. **Journal of Sports Sciences**. v. 29, n. S1, p. S29-S38, 2011.
- POLLOCK, R. D., CARTER, S., VELLOSO, C. P. DUGGAL, N. A., LORD, J. M., LAZARUS, N. R., HARRIDGE, S. D. R. An investigation into the relationship between age and physiological function in highly active older adults. **J Physiol**, pg. 657–680, 2015.
- PROCTOR, D. N., JOYNER, M. J., Skeletal muscle mass and the reduction of VO_{2max} in trained older subjects. **American Physiological Society**, pg. 1411-1415, 1997
- TANAKA, H., SEALS, D. R. Invited review: dynamic exercise performance in masters athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. **J Appl Physiol**, v. 95, pg. 2152–2162, 2003.

THOMAS, D. T., ERDMAN, K. A., BURKE L. M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. **J Acad Nutr Diet**, v. 116, n. 3, pg. 501–528, 2016.

THOMPSON, J., MANORE, M. M. Predicted and measured resting metabolic rate of male and female endurance athletes. **J Am Diet Assoc**, v. 36, pg. 30-34, 1996.

TRAPPE, S. W. Master athletes. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v. 11, pg. S196–S207, 2001.

TRAPPE, T. A., GASTALDELLI, A. JOZSI, A. C., TROUP, J. P., WOLFE, R. R. Energy expenditure of swimmers during high volume training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 29, n. 7, pg. 950-954, 1997.

TRINDADE, C. D. Z., MONTENEGRO, K. R., SCHNEIDER, C. D., CASTRO, F. A. S., BARONI, B. M. Adequacy of dietary intake in swimmers during the general preparation phase. **Sport Sci Health**, 2017.

RUBIN, R. T., RAHE, R. H. Effects of aging in Masters swimmers: 40-year review and suggestions for optimal health benefits. **Open Access Journal of Sports Medicine**, v. 1, pg. 39-44, 2010.

SALLINEN, J., OJANEN, T., KARAVIRTA, L., AHTIAINEN, J. P., HÄKKINEN, K. Muscle mass and strength, body composition and dietary intake in master strength athletes vs untrained men of different ages. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 48, pg 190-196, 2008.

SANADA, K., MIYACHI, M., TABATA, I., SUZUKI, K., YAMAMOTO, K., KAWANO, H., USUI, C., HIGUCHI, M. Differences in body composition and risk of lifestyle-related diseases between young and older male rowers and sedentary controls. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 10, pg. 1027-1034, 2009.

SANTOS R. D., GAGLIARDI A. C. M., XAVIER H. T., MAGNONI C. D., CASSANI R., LOTTENBERG A. M., ... Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arq Bras Cardiol**, v. 100, n.3, pg. 1-40. 2013.

SATO, A., SHIMOYAMA, Y., ISHIKAWA, T., MURAYAMA, N. Dietary Thiamin and Riboflavin Intake and Blood Thiamin and Riboflavin Concentrations in College Swimmers Undergoing Intensive Training. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. v. 21, pg.195-204, 2011.

SHAW, G., BOYD, K. T., BURKE, L. M., KOIVISTO, A. Nutrition for Swimming. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. v. 24, p. 360-372, 2014.

SOARES, E. A., ISHII, M., BURINI, R. C. Estudo antropométrico e dietético de nadadores competitivos de áreas metropolitanas da região sudeste do Brasil. **Rev Saúde Pública**, v. 28, n. 1, pg 9-19, 1994.

STELLINGWERFF, T., MAUGHAN, R. J., BURKE, L. M. Nutrition for power sports: Middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. **Journal of Sports Sciences**. v. 29, n. S1, p. S79–S89, 2011.

STEWART, A. D., MARFELL-JONES, M. J., OLDS, T., & DE RIDDER, H. **International Standards for Anthropometric Assessment**. Paper presented at the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Potchefstroom, South Australia:ISAK, 2011.

ST-ONGE, M. P., GALLAGHER, D. Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? **Nutrition**, v. 25, n. 2, pg. 152-155, 2010.

WITKOWSKI, S., LOCKARD, M. M., JENKINS, N. T., OBISESAN, T, O., SPANGENBURG, E. E., HAGBERG, J. M. Relationship between circulating progenitor cells, vascular function and oxidative stress with long-term training and short-term detraining in older men. **Clinical Science**, v. 118, pg. 303–311, 2010.

CAPÍTULO IV: CONCLUSÕES FINAIS E LIMITAÇÕES

Embora haja crescimento em relação a numero de praticantes e melhora de resultados em provas, a nataçãõ máster carece de estudos que busquem compreender o desempenho a partir de parâmetros biomecânicos, fisiológicos e nutricionais. Esta dissertaçãõ de mestrado,

organizada na forma de artigos, que focaram esses domínios em relação ao desempenho em natação, aponta, de modo geral que nadadores máster:

1. Devem procurar preservar pelo treinamento, não somente as características fisiológicas que determinam a potência metabólica (aeróbia e anaeróbia), mas também os fatores que afetam o custo energético em natação, como os parâmetros técnicos que influenciam a eficiência propulsiva e as forças dinâmicas da água, que influenciam a resistência hidrodinâmica.
2. Apesar da interferência da idade sob parâmetros fisiológicos, há uma grande dispersão do VO_{2max} entre os grupos etários, indicando a presença de outros aspectos a serem considerados para além da faixa etária, na capacidade aeróbia.
3. Possuem, em média, valores similares de gasto energético diário, energia total ingerida e de macronutrientes, estes por sua vez se mostram adequados às demandas de treinamento e parâmetros de saúde. Devido a diversidade da categoria, é necessário a interpretação personalizada dos resultados a fim de gerar um plano dietético estruturado e compatível com as demandas individuais.

Apontamos, como limitações deste estudo: (i) a não obtenção de dados de concentração sanguínea de lactato no Estudo 1, relacionado ao desempenho no teste de 200 m, esta medida poderia trazer maiores informações sobre variabilidade da população de nadadores máster; (ii) a não aplicação dos registros alimentares nos sete dias anteriores aos testes em piscina, inviabilizando a correlação dietética com o desempenho; e (iii) a não mensuração do arrasto ativo, relacionado à técnica de nado e à custo energético.

CAPÍTULO V: DIREÇÕES

Devido a grande quantidade de dados gerados pelo presente estudo e a possibilidade de, a partir da reanálise dos dados coletados, serem preenchidas lacunas encontradas ao longo da discussão dos estudos aqui apresentados; se tem por novos objetivos:

Artigo 1:

- a) Inclusão de dados referentes ao treinamento em natação;
- b) Inclusão da variável inclinação do tronco;
- c) Correlação do desempenho com variáveis antropométricas, composição corporal e inclinação do tronco; bem como inclusão de dados de tecido magro;
- d) Realizar regressões com as variáveis preditoras de desempenho.

Artigo 2:

- a) Inclusão das variáveis biomecânicas coletadas ao longo do teste de incremental;
- b) Inclusão da velocidade média atingida na última repetição de 200 m (vVO_{2max});

Artigo 3:

- a) Análise do grau de processamento dos alimentos e classificação das diferentes fontes alimentares (bebidas alcoólicas, suplementos, alimentos);
- b) Cálculo da densidade energética.

REFERÊNCIAS

AVLONITOU, E. Maximal lactate values following competitive performance varying according to age, sex and swimming style. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 36, p. 24-30, 1996.

BARBOSA, T.M., MARINHO, D.A., COSTA, M.J., SILVA, A.J. **Biomechanics of Competitive Swimming Strokes**. Biomechanics in Applications, Dr Vaclav Klika (Ed.), InTech, 2011. DOI: 10.5772/19553. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/biomechanics-in-applications/biomechanics-of-competitive-swimming-strokes>>.

BONGARD, V., MCDERMOTT, A.Y., DALLAL, G.E., SCHAEFER, E.J. Effects of age and gender on physical performance. **Age**, v. 29, n. 2-3, pg. 77-85, 2007.

BURKE, L. M., HAWLEY, J. A., JEUKENDRUP, A., MORTON, J. P., STELLINGWERFF, T., MAUGHAN, R. J. Toward a Common Understanding of Diet–Exercise Strategies to Manipulate Fuel Availability for Training and Competition Preparation in Endurance Sport. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 2018.

CAIRNS, S. P. Lactic Acid and Exercise Performance Culprit or Friend? **Sports Medicine**, v. 36, n. 4, pg. 279-291, 2006.

CARVALHO, T. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do esporte – Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9 n. 2, pg. 43-56, 2003.

CASTRO, F.S.; GUIMARÃES, A.C.S.; MORÉ, F.; LAMMERHIRT, H., MARQUES, A. Cinemática do Nado *Crawl* sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 19, n. 3, pg. 223-232, 2005.

CASTRO, F. A. S., MOTA, C. B. Energética e desempenho em 200 m nado crawl realizado sob máxima intensidade. **R bras Ci e Mov**, v. 18, n. 2, pg. 67-75, 2010.

COSTILL, D. L.; KOVALESKI, D.; PORTER, D.; KIRWAN, R.; FIELDING, R., KING, D. Energy Expenditure During Front *Crawl* Swimming: Predicting Success in Middle- Distance Events. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, pg. 266-270, 1985.

CRAIG JR, A. B., PENDERGAST, D. R. Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sports**, v.11, n. 3, pg. 278-283, 1979.

ESPADA, M.C., COSTA, M.J., COSTA, A.M., SILVA, A.J., BARBOSA, T.M., PEREIRA, A.F. Relationship between performance, dry-land power and kinematics in master swimmers. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**. v. 51, n. 2, 2016.

FAIRBROTHER, J.T. Age-related changes in top-ten men’s US masters 50-m freestyle swim times as a function of finishing place. **Perceptual and Motor Skills**, v. 105, p. 1289-1293, 2007.

FARAJIAN, P., KAVOURAS, S.A., YANNAKOULIA, M., SIDOSSIS, L.S. Dietary intake

and nutritional practices of elite Greek aquatic athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 14, pg. 574-585, 2004.

FERREIRA, M. I., BARBOSA, T. M., NEIVA, H. P., MARTA, C. C., COSTA, M. J., MARINHO, D. Effect of Gender, Energetics, and Biomechanics on Swimming Masters Performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 7, pg. 1948-1955, 2015.

FIGUEIREDO, P., PENDERGAST, D. R., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. Interplay of Biomechanical, Energetic, Coordinative, and Muscular Factors in a 200 m Front Crawl Swim, **BioMed Research International**, 2013.

FIGUEIREDO, P., ZAMPARO, P., SOUSA, A., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. An energy balance of the 200 m front crawl race. **Eur J Appl Physiol**, v. 111, pg. 767-777. 2011.

FRANKEN, M. CARPES, F. P., DIEFENTHAELER, F. CASTRO, F. A. S. Relação entre cinemática e antropometria de nadadores recreacionais e universitários. **Revista Motriz**, v.14, n.3, pg. 329- 336, 2008.

FRANKEN, M., LUDWIG, R.F., CARDOSO, T.P., SILVEIRA, R.P., CASTRO, F.A.S. Performance in 200 m front crawl: coordination index, propulsive time and stroke parameters. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 18, n. 3, pg. 311-321, 2016.

GOMES, R. V., RIBEIRO, S. M. L., VEIBIG, R. F., AOKI, M. S. Consumo alimentar e Perfil antropométrico de tenistas amadores e Profissionais. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 6, 2009.

GREY, T. M., SPENCER, M. D., BELFRY, G. R., KOWALCHUK, J. M., PATERSON, D. H., MURIAS, J. M. Effects of Age and Long-Term Endurance Training on VO₂ Kinetics. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. 2, pg. 289-298, 2015.

HASSAPIDOU, M.N., MANSTRANTONI, A. Dietary intakes of elite female athletes in Greece. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 14, pg. 391–39, 2001.

HAY, J. G., GUIMARÃES, A. C. S. A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. **Swimming Technique**, v. 20, n. 2, pg. 11-17, 1983.

HERNANDEZ, A. J., NAHAS, R. M. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Rev Bras Med Esporte**, v. 9, n. 2, 2003.

HILL, D.W., POOLE, D.C., SMITH, J.C. The relationship between power and the time to achieve VO_{2max}. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34 n. 4, pg. 709-714, 2002.

HAWLEY, J. A., LUNDBY, C., COTTER, J. D., BURKE, L. M. Maximizing Cellular Adaptation to Endurance Exercise in Skeletal Muscle. **Cell Metabolism**, 2018.

IOC. International Olympic Committee. Nutrition Working Group. **Nutrition for Athletes: a practical guide to eating for health and performance**, 2012. Recuperado de <<http://www.audyn.org.uy/sitio/repo/arch/NutritionforAthletes.pdf>>.

JÄGER, R., KERKSICK, C. M., CAMPBELL, B. I., CRIBB, P. J., WELLS, S. D., SKWIAT, T. M., ... ANTONIO, J. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 10, n. 20, 2017.

JORGIC, B., PULETIC, M., OKICIC, T., MEŠKOVSKA, N. Importance of Maximal Oxygen Consumption During Swimming. **Physical Education and Sport**, v. 9, n. 2, pg. 183-191, 2011.

JOYNER, M. J., COYLE, E. F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, pg. 35-44, 2008.

KJENDLIE, P.L, INGJER, L., STALLMAN, R.K., STRAY-GUNDERSEN, J. Factors affecting swimming economy in children and adults. **European Journal of Applied Physiology**, 93, 65-74, 2004.

KNECHTLE, B., NIKOLAIDIS, P.T., KÖNIG, S., ROSEMANN, T., RÜST, C.A. Performance trends in master freestyle swimmers aged 25–89 years at the FINA World Championships from 1986 to 2014. **Age**, v. 38, n. 18, 2016.

LAZZOLI, J. K., OLIVEIRA, M.A.B., LEITÃO, M.B., NÓBREGA, A.C.L., ... DE ROSE, E.H. Posicionamento Oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte sobre: esporte Competitivo em Indivíduos acima de 35 anos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, n. 3, pg. 83-92, 2001.

LEPERS, R., STAPLEY, P. J. Master Athletes Are Extending the Limits of Human Endurance. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 2016.

LIMA, C. O., GROPO, D. M., MARQUEZ, M. S. A., PANZA, V. Perfil da Frequência de Consumo Alimentar de Atletas Amadores: Corredores de Rua. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 4, pg. 25-31, 2007.

LUN V., EERDMAN, K.A., REIMER, R.A. Evaluation of Nutritional Intake in Canadian High-Performance Athletes. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 19, n. 5, pg. 405–411, 2009.

MARINHO, D.A., VILAS-BOAS, J.P., KESKINEN, K.L., RODRÍGUEZ, F.A., SOARES, S.M., CARMO, C.M., VILAR, S.O., FERNANDES, R.J. The behaviour of kinematic parameters during a time to exhaustion test at VO₂MAX in elite swimmers. **Journal of Movement Studies**, v. 51, pg. 001-010, 2006.

MARQUES, N. F., MARQUES, A. C., FANTI, Y. O., MOURA, F. A. Consumo Alimentar e Conhecimento Nutricional de Praticantes de Musculação do Município de Itaqui- RS. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 52, pg. 288-297, 2015.

MARTÍNEZ, S., PASQUARELLI, B.N., ROMAGUERA, D., ARASA, C., TAULER, P.,

- AGUILÓ, A. Anthropometric characteristics and nutritional profile of young amateur swimmers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25 n. 4, pg. 1126-1133, 2011.
- MATOS, C., CASTRO, F.A.S Fadiga: Alterações Fisiológicas e Modelos Conceituais. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v 11, n. 37, pg. 53-61, 2013
- MASSÉ BIRON, J., MERCIER, J., COLLOMP, K., HARDY, J.M., PRÉFAUT, C. Age and training effects on the lactate kinetics of master athletes during maximal exercise. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 65, n. 4, pg. 311-315, 1992.
- McARDLE, W.D, KATHC, F.I. KATCH, V.L. Diferenças Individuais e Mensuração das Capacidades Energéticas. In: ____ (Org.). **Fisiologia do exercício**. Tradução de Giuseppe Taranto. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011: 231-255.
- MEJIAS, J. E., BRAGADA, J. A., COSTA, M. J., REIS, V. M., GARRIDO, N. D., BARBOSA, T. M. “Young” masters vs elite swimmers: comparisons of performance, energetics, kinematics and efficiency. **International SportMed Journal**, v. 15, n. 2, pg. 165-177, 2014.
- MELIN, A., TORSTVEIT, M.K., BURKE, L.M., MARKS, S., SUNDGOT-BORGEN, J. Disordered eating and eating disorders in aquatic sports. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 24, pg. 450-459, 2014.
- MUJIK, I., PADILLA, S., PYNE, D. Swimming Performance Changes During the Final 3 Weeks of Training Leading to the Sydney 2000 Olympic Games. **International Journal of Sports Medicine**, v. 23, pg. 582-587, 2002.
- MUJIK, I., STELLINGWERFF, T., TIPTON, K. Nutrition and Training Adaptations in Aquatic Sports. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. v. 24, pg. 414-424, 2014.
- PELARIGO, J.G., DENADAI, B.S., GRECO, C.C. Stroke phases responses around maximal lactate steady state in front crawl. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, pg. 168-171, 2011.
- PELAYO, P.; SIDNEY, M.; KHERIF, T.; CHOLLET, D. & TOURNY, C. Stoking Characteristics in Freestyle Swimming and Relationships With Anthropometric Characteristics. **Journal of Applied Biomechanics**. 12, 197-206, 1996
- PELAYO, P.; WILLE, F.; SIDNEY M.; BERTHOIN, S. & LAVOIE, J.M. Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. **Journal of Sports, Medicine and Physical Fitness**. 37 (3), 187-93, 1997.
- POOLE D. C., MUSCH, T. I. Mechanistic insights into how advanced age moves the site of VO₂ kinetics limitation upstream. **Journal of Applied Physiology**, v. 108, pg. 5-6, 2010.
- REABURN, P., MACKINNON, L.T. Blood lactate responses in older swimmers during active and passive recovery following maximal sprint swimming. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 61, n. 3-4, pg. 246-250, 1990.

RIBEIRO, J., FIGUEIREDO, P., SOUSA, A., MONTEIRO, J., PELARIGO, J., VILAS-BOAS, J. P., TOUSSAINT, H. M., FERNANDES, R. F. VO₂ kinetics and metabolic contributions during full and upper body extreme swimming intensity. **Eur J Appl Physiol**, v. 115, pg. 1117-1124, 2015.

SHAW, G., BOYD, K.T., BURKE, L.M., KOIVISTO, A. Nutrition for swimming. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 24, pg. 360–372, 2014.

SOUSA, A., FIGUEIREDO, P., PENDERGAST, D., KJENDLIE, P., VILAS-BOAS, J. P., FERNANDES, R. J. Critical Evaluation of Oxygen-Uptake Assessment in Swimming. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, pg. 190-202, 2014.

STELLINGWERFF, T., MAUGHAN, R. J., BURKE, L. M. Nutrition for power sports: Middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. **Journal of Sports Sciences**. v. 29, n. 1, pg. 79-89, 2011.

TANAKA, H., SEALS, D. R. Invited Review: Dynamic exercise performance in Master athletes: insights into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. **J Appl Physiol**, v. 95, pg 2152-2162, 2003.

TERMIN, B., PENDERGAST, D.R. Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. **Journal of Swimming Research**, v. 14, pg. 9-17, 2000.

TIELAND, M., TROUWBORST, I., CLARK, B. C. Skeletal muscle performance and ageing. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 9, pg 3-19, 2018.

THOMAS, D. Travis, ERDMAN, Kelly Anne, BURKE Luise M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. **J Acad Nutr Diet**, v. 116, n. 3, pg. 501–528, 2016

TOUSSAINT, H. M., TRUIJENS, M. Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. **Animal Biology**, v. 55, n. 1, pg. 17-40, 2005.

TOUSSAINT, H.M., WAKAIOSHI, K. HOLLANDER, P., OGITA, F. Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 1, p. 144-151, 1998.

TRINDADE, C. D. Z., MONTENEGRO, K. R., SCHNEIDER, C. D., CASTRO, F. A. S., BARONI, B. M. Adequacy of dietary intake in swimmers during the general preparation phase. **Sport Sci Health**, 2017.

VANHEEST, J.L., RODGERS, C.D., MAHONEY, C.E., DE SOUZA, M.J. Ovarian suppression impairs sport performance in junior elite female swimmers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 46, p. 156-166, 2014.

YANAI, T. Stroke frequency in front crawl: its mechanical link to the fluid forces required in

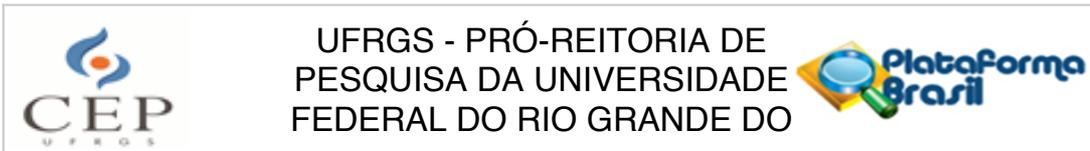
non-propulsive directions. **Journal of Biomechanics**, v. 36, n. 1, pg. 53-62, 2003.

WAKAYOSHI, K., D'ACQUISTO, L.J., CAPPAERT, J.M., TROUP, J.P. Relationship Between Oxygen Uptake, Stroke Rate and Swimming Velocity in Competitive Swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v. 16, pg. 19-23, 1995.

ZACCA, R., CASTRO, F.A.S. Bioenergetics Applied to Swimming: An Ecological Method to Monitor and Prescribe Training. In: Dr. Kevin Clark (Ed.). **Bioenergetics**. 2012. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/bioenergetics/bioenergetics-applied-to-swimming-an-ecological-method-to-monitor-and-prescribe-training>>.

ZAMPARO, P., DALL'ORA, A., TONEATTO, A., CORTESI, M., GATTA, G. The determinants of performance in master swimmers: a cross-sectional study on the age-related changes in propelling efficiency, hydrodynamic position and energy of front crawl. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, pg. 3949-3957, 2012.

ANEXO I



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PARÂMETROS NUTRICIONAIS, FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DE NADADORES COMPETITIVOS DA CATEGORIA MASTER

Pesquisador: Flávio Antônio de Souza Castro

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 67847417.0.0000.5347

Instituição Proponente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.180.001

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa apresentado por professor da ESEFID, vinculado a uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, que retorna para uma segunda rodada de avaliação.

Objetivo da Pesquisa:

Geral

Comparar parâmetros nutricionais, fisiológicos, biomecânicos e desempenho em nadadores master competitivos de diferentes faixas etárias e sexos.

Específicos

1. Avaliar o consumo alimentar e de suplementos alimentares;
2. Verificar a composição corporal por somatório de dobras, DXA e equação preditiva;
3. Verificar a taxa metabólica basal por calorimetria indireta e equação preditiva;

Em testes de natação:

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propeq.ufrgs.br

TERMO DE CONCENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa intitulado **“Parâmetros Nutricionais, Fisiológicos e Biomecânicos de Nadadores Competitivos da Categoria Master”** de Cássia Daniele Zaleski Trindade, estudante de mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano. O estudo será realizado tanto nas dependências do centro natatório e do LAPEX da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, campus da ESEFID, fone: (51) 33085806, tendo como responsável o professor Dr. Flávio Antônio de Souza Castro.

O objetivo do presente estudo é comparar parâmetros nutricionais, biomecânicos, fisiológicos e desempenho em nadadores master competitivos de diferentes faixas etárias e sexos.

No primeiro encontro, será feito o preenchimento do questionário sócio-demográfico, alimentar e clínico, de treinamento e de suplementação; será explicado como preencher os registros alimentares, o registro do tempo gasto em cada atividade diária (horas de sono, no trabalho, etc) e a planilha de treinamento; além disso, serão realizadas as medidas de composição corporal. A familiarização ao uso do *snorkel* será conduzida durante 5 dias da semana). Posteriormente, serão realizados os procedimentos nas dependências da ESEFID compostos por três encontros com 24h de intervalo entre eles. No 1º encontro no LAPEX (duração ~ 1/h), será realizada a medida de taxa metabólica basal por calorimetria indireta e composição corporal por DXA. O 2º encontro será na piscina da ESEFID (duração ~ 1/h) você será orientado a realizar um aquecimento e posteriormente realizará um teste máximo de 200 m com um *snorkel*, o teste será gravado por uma câmera de vídeo. O 3º encontro na piscina da ESEFID (duração ~ 2/h) também será composto por um aquecimento prévio ao teste de 5 x 200 m em velocidade progressiva com um *snorkel* que será acoplado a um ergoespirômetro; após a conclusão do teste, imediatamente, será coletado uma amostra de sangue da extremidade distal do dedo indicador.

Riscos: você poderá sentir alguns desconfortos, próprios das sessões de exercício, sendo os quais: calor, suor, cansaço e câimbra – além de dores musculares tardias – porém são desconfortos inerentes à prática esportiva e presentes na rotina de treinamento/prova. Outro possível desconforto será com a mensuração do lactato sanguíneo, por exigir a coleta de uma pequena quantidade de sangue; todavia o atleta será informado do procedimento e serão tomados todos os cuidados para minimizar quaisquer incômodos. Além disso, o sujeito estará exposto aos riscos específicos com as avaliações de TMB e DXA, que são: possível desconforto pelo período de jejum e radiação mínima (menor do que 1 μ Sv), respectivamente. Caso existam danos à sua saúde causados diretamente pela pesquisa, você terá direito a tratamento médico e indenização conforme estabelece a lei.

Benefícios: ao participar deste estudo você receberá ao final da pesquisa um relatório com o resultado dos seus testes, dividido em 1) informações nutricionais, 2) informações fisiológicas e 3) informações biomecânicas e de desempenho. O relatório será acompanhado de avaliações quantitativas e qualitativas para melhor compreensão dos dados gerados, além disso, caso seja o seu desejo, o material poderá ser disponibilizado aos profissionais que o acompanham (ex. nutricionista e/ou treinador) para ajustes dietéticos e de treinamento.

Qualquer dúvida poderá ser respondida durante o período do estudo em qualquer momento. Deixamos claro que você pode retirar o seu consentimento em participar a qualquer momento, assim como o pesquisador responsável poderá sugerir que você não continue no estudo caso isto seja necessário.

É importante destacar que você não terá gastos financeiros para participar deste estudo. Da mesma forma, não haverá remuneração financeira pela sua participação como voluntário. Caso haja qualquer prejuízo comprovadamente decorrente desta pesquisa, há garantia de indenização pelos pesquisadores. Os pesquisadores garantem manutenção de sigilo e privacidade de suas informações durante todas as fases do estudo. Serão divulgados apenas os resultados médios dos grupos por meio de

publicações científicas em congressos e/ou revistas especializadas, sendo que o nome dos participantes será mantido em absoluto sigilo.

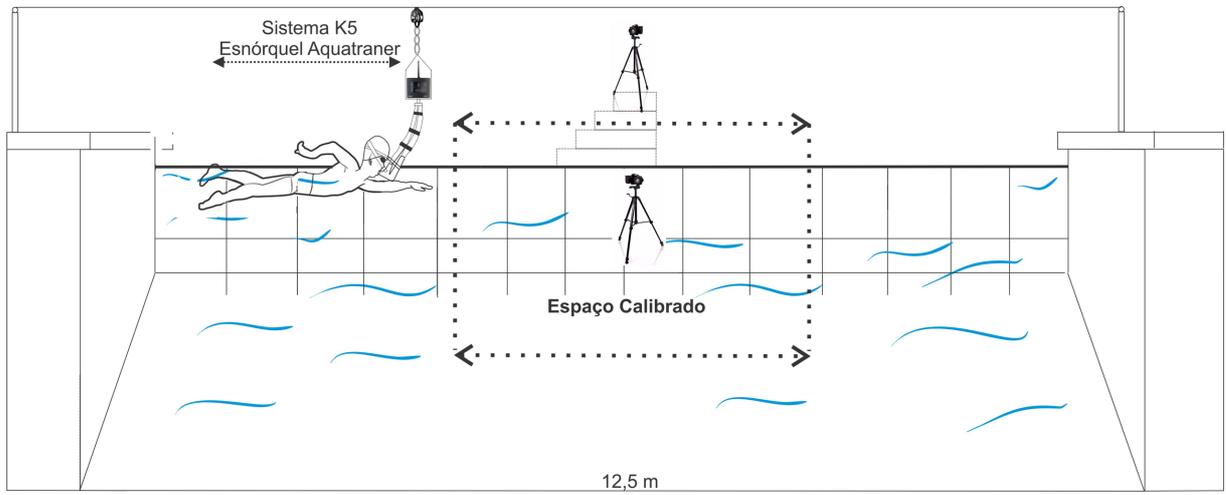
Eu,.....fui informado dos objetivos especificados acima de forma clara e detalhada. Recebi informações específicas sobre cada procedimento no qual estarei envolvido, dos desconfortos ou riscos previstos tanto quanto dos benefícios esperados. Todas as minhas dúvidas foram respondidas com clareza e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Além disto, sei que novas informações obtidas durante o estudo me serão fornecidas e que terei liberdade de retirar meu consentimento de participação na pesquisa face a estas informações. A profissional Cássia Daniele Zaleski Trindade certificou-me de que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial. Fui informado que caso existam danos à minha saúde causados diretamente pela pesquisa, terei direito a tratamento médico e indenização conforme estabelece a lei. Também sei que caso existam gastos adicionais, incluindo transporte, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Esse projeto está de acordo com a legislação vigente, Resolução CNS 466/12. Qualquer dúvida em relação às questões éticas desta pesquisa, posso me dirigir ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, fone (51) 3308 3738 ou ao pesquisador responsável: Prof. Flávio de Souza Castro (51) 33085806.

Assinatura do participante

Cássia Daniele Zaleski Trindade

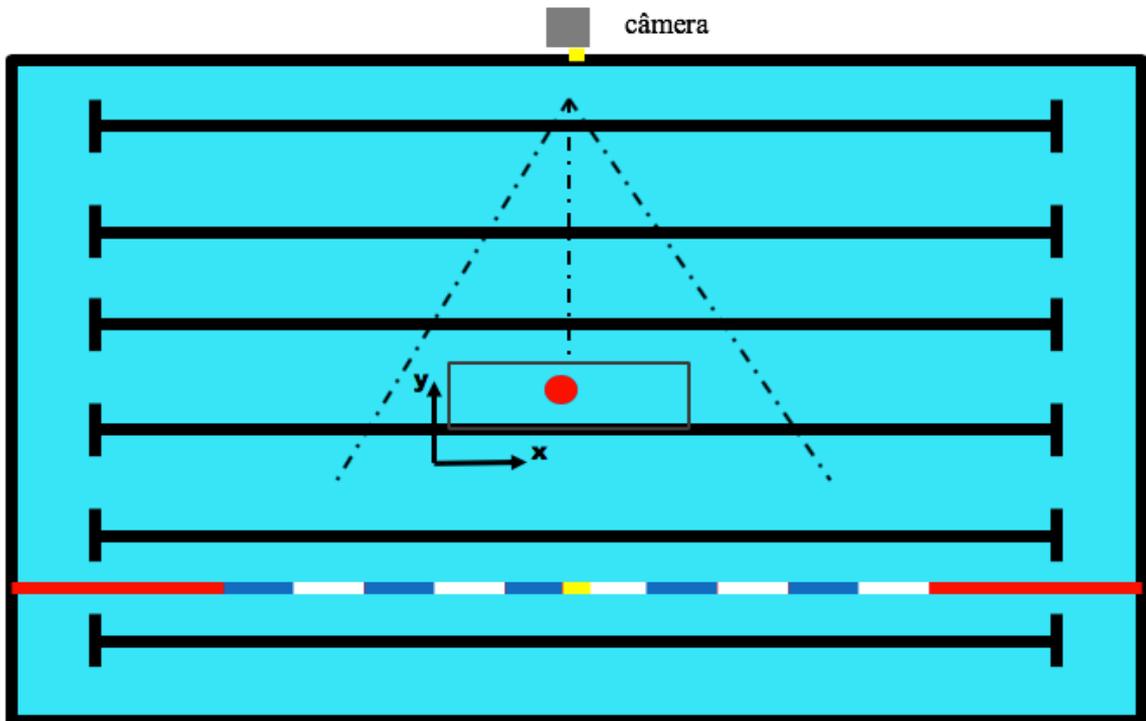
Dr. Flávio Antônio de Souza Castro

APÊNDICE 1



Estrutura para coleta de gases durante a situação de nado.

APÊNDICE 2



Set up 2D para aquisição de variáveis cinemáticas.

APÊNDICE 3

A realização dos registros alimentares será feita por um aplicativo de smartphone; para isso é importante que você faça o download do aplicativo Dietbox em seu dispositivo.

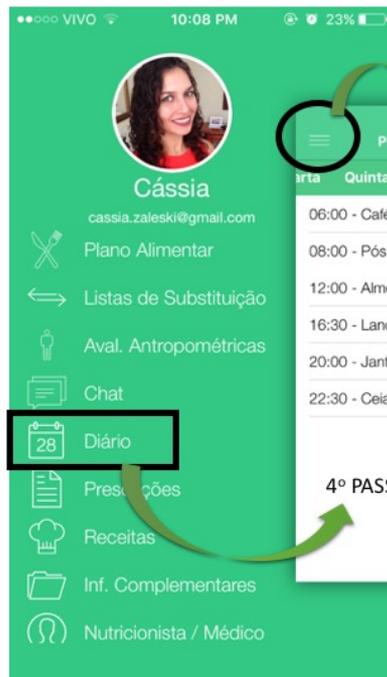
1º PASSO



2º PASSO



Entre com o seu email no aplicativo



3º PASSO: Acesse a aba lateral

4º PASSO: Clique em diário



Passo a passo para o acesso ao campo de preenchimento do registro alimentar no aplicativo.