

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 23/02/2023.

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Vitor Eduardo dos Santos Silva

**Análise da hidratação com água sobre
variáveis autonômicas e cardiorrespiratórias durante
a recuperação, em jovens saudáveis com diferentes
níveis de $VO_{2\text{pico}}$**

Presidente Prudente – SP

2021

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Vitor Eduardo dos Santos Silva

**Análise da hidratação com água sobre
variáveis autonômicas e cardiorrespiratórias durante
a recuperação, em jovens saudáveis com diferentes
níveis de VO_{2pico}**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e
Tecnologia – FCT/UNESP, Campus de Presidente
Prudente, para obtenção do título de Mestre no
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

Orientador: Profa. Dra. Franciele Marques Vanderlei

Presidente Prudente – SP

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

S586a

Silva, Vitor Eduardo dos Santos

Análise da hidratação com água sobre variáveis autonômicas e cardiorrespiratórias durante a recuperação, em jovens saudáveis com diferentes níveis de VO₂pico. / Vitor Eduardo dos Santos Silva. - Presidente Prudente, 2021

72 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientadora: Franciele Marques Vanderlei

1. Exercício físico. 2. Sistema Nervoso Autônomo. 3. Hidratação. 4. Aptidão cardiorrespiratória. 5. Recuperação pós-exercício. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Análise da hidratação com água sobre variáveis autonômicas e cardiorrespiratórias durante a recuperação, em jovens saudáveis com diferentes níveis de VO_{2pico} .

AUTOR: VITOR EDUARDO DOS SANTOS SILVA

ORIENTADORA: FRANCIELE MARQUES VANDERLEI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em FISIOTERAPIA, área: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. FRANCIELE MARQUES VANDERLEI (Participação Virtual)
Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - Pós-doutorado

Franciele Marques Vanderlei

Profa. Dra. ROSELENE MODOLO REGUEIRO LORENÇONI (Participação por Parecer Circunstanciado)
Departamento de Fisioterapia/ FCT/UNESP - Presidente Prudente

RRlorenconi

Profa. Dra. RAYANA LOCH GOMES (Participação por Parecer Circunstanciado)
Nutrição/Universidade do Oeste Paulista – Unoeste

Rayana Loch Gomes

Presidente Prudente, 23 de fevereiro de 2021

VIDEOCONFERÊNCIA

VIDEOCONFERÊNCIA

Dedicatória

Este trabalho é dedicado a todos os familiares, amigos e parceiros que estiveram comigo nessa montanha-russa atribulada, mas principalmente para minha mãe.

Isso é pra você peixinha.

Agradecimientos

Aos meus queridos pais **Cassia** e **Antônio**, palavras faltam ao dicionário para descrevê-los, tamanha a cumplicidade, calma e tranquilidade que transparecem, assim como a motivação para sempre me fazer seguir em frente. Vocês me apresentaram a **Deus** e à fé, e tudo isso, todo esse trajeto se tornou possível graças a presença dEle e de vocês em minha vida. Muito obrigado por tudo.

Ao meu irmão **Guilherme**, mesmo com todas as brigas e “atritos”, você também foi fundamental nessa caminhada.

A minhas amigas **Monique**, **Marina** e **Bianca**, se a graduação e pós tiveram momentos de alegria, saibam que foi graças a vocês, obrigado pela amizade, parceria, cumplicidade e energias positivas que exalam, obrigado por me proporcionarem os momentos mais incríveis da minha vida.

A minha querida Cúpula, **Kauan**, **Cristina**, **Cristaldo**, **Dárida** e **Mariana**, obrigado por estarem sempre ouvindo minhas lamúrias, principalmente durante nosso filme de domingo. Agradeço a vocês por cada palavra, cada vivência compartilhada e cada experiência vivida, obrigado por todas as “missas” e todas as militâncias, elas foram fundamentais na construção de quem sou hoje.

Felipe, pai que a fisioterapia me deu e amigo pra vida toda, não tenho palavras pra expressar o quão magnífico foi ter você em minha vida, sempre amigo, sempre gentil e sempre solícito, nossas conversas sobre a vida, sobre as atualizações de Pokémon e sobre as fofocas da FCT estarão eternamente no meu coração. Obrigado por tudo.

Carol e **Isabelle**, vocês chegaram em minha vida um pouco depois, mas tenho certeza que vivemos cada momento juntos tão intensamente que foi como se nos conhecêssemos desde a infância. Obrigado por todos os conselhos, saidinhas, cafés, passeios no shopping e passeios. Vocês estarão pra sempre comigo.

Maju, **Day** e **Lari**, parceiras que a pós-graduação me presenteou, obrigador por todos os momentos, saber que vocês estavam lá me dava forças, desde os seminários até as apresentações de estatística em inglês, a presença de vocês era acalorada.

Aos meus amigos e parceiros do **Laboratório de Fisiologia do Estresse**, sem dúvidas a convivência diária com cada um de vocês foi fundamental para meu crescimento, obrigado por sempre me ajudarem a seguir em frente, por todas as dúvidas tiradas, palavras trocadas e sorrisos dados. Vocês são incríveis!!! Um agradecimento especial ao **Time Hidratação: Anne, Maju, Day**, vocês foram mais que demais!

A minha orientanda **Carol**, obrigado pela grande oportunidade que você me deu, acompanhar seu crescimento durante esses anos foi imprescindível não só para mim como orientador, mas também como pessoa. Obrigado pela paciência.

Prof^a Rayanna/**Ray**, sempre compartilhamos altos momentos no lab, e você sempre esteve lá, seja em ocasiões onde haviam dúvidas, seja para conselhos, uma palavra amiga, uma fofoca, uma dieta, um filme de terror que nós nunca vamos assistir ou para um ticket de RU, estar lá com você sempre renovava minhas energias. Obrigado por toda a paz e gentileza.

Prof^a. Rose, sempre sendo mais que uma tutora, uma mãe para todos nós, dentro e fora do setor. Todos os momentos ao seu lado foram repletos não só de aprendizado e experiência, mas também de ternura, amizade, compaixão e claro, bolos de beijinho. Obrigado por não me ensinar apenas a ser um bom fisioterapeuta, mas também a ser um bom ser humano.

Ao **Prof. Luiz Carlos** e a **Prof^a Fran**, mestres impecáveis na arte do saber e do ensinar, a vocês eu agradeço com todo meu coração, não só pela oportunidade cujo resultado está aqui, mas por todo o aprendizado, direto e indireto. Vocês são grandes exemplos a todos os alunos, provas de que a arte de ensinar é mais do que transmitir, é inspirar. Obrigado por todos esses anos de trabalho e conquistas repletos de humildade e parceria, meu apreço por vocês é e sempre será imensurável, sou extremamente grato por tudo, principalmente pela paciência.

A todos os **professores** e **professoras** dos departamentos de Fisioterapia e Educação Física da FCT-Unesp. Tenho muito apreço e carinho a todos vocês mestres, obrigado por ajudarem a trilhar esse caminho tão tortuoso.

Agradeço a todos os **voluntários** pela participação no estudo e a todos que se envolveram com o projeto, seja nas coletas, análises, ou com palavras de estímulo, sem vocês nada disso seria possível.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Epígrafe

“O primeiro dos bens, depois da saúde, é a paz interior.”

- François La Rochefoucauld

RESUMO

Introdução: O consumo máximo de oxigênio (VO_{2pico}) é um parâmetro eficaz para a mensuração da capacidade máxima de oxigênio durante o exercício físico (EF), e parâmetros autonômicos e cardiorrespiratórios são comumente utilizadas para classificar esta capacidade durante a recuperação. Estratégias recuperativas como a hidratação, são eficientes para minimizar as lacunas existentes entre indivíduos com diferentes níveis de VO_{2pico} , considerando a eficácia desta na manutenção orgânica. **Objetivo:** Avaliar a influência da hidratação com água sobre os parâmetros cardiorrespiratórios e autonômicos no período de recuperação em jovens saudáveis do sexo masculino com diferentes níveis de VO_{2pico} submetidos a um EF aeróbio de longa duração. **Materiais e Métodos:** Este é um ensaio clínico aberto e não randomizado, no qual foram recrutados 35 indivíduos jovens do sexo masculino fisicamente ativos, divididos em dois grupos de acordo com a mediana do VO_{2pico} (G1: abaixo e G2: acima da mediana) e submetidos a um procedimento experimental dividido em três etapas realizadas em esteira ergométrica, sendo estas: Teste de esforço máximo, Protocolo Controle (PC) e Protocolo Hidratação (PH). Cada protocolo consistiu em 10 min de repouso inicial com o sujeito em posição supina, 90 min de EF em esteira rolante (60% do VO_{2pico}) e 60 min de recuperação também em supino, ainda, no decorrer dos protocolos foram coletados parâmetros cardiorrespiratórios (PAS, PAD, FC, f e SpO2) e autonômicos (rMSSD, SDNN, LF e HF). Os voluntários receberam água no PH, enquanto no PC nenhuma reposição de líquido foi realizada. A significância estatística adotada foi fixada em 5%. **Resultados:** Considerando os parâmetros cardiorrespiratórios, a recuperação da FC mostrou-se acelerada com a hidratação, no entanto, sem apresentar alterações para os demais. Já nos parâmetros autonômicos, a hidratação e o melhor VO_{2pico} conjuntamente influenciaram a recuperação dos índices rMSSD e SDNN. O comportamento dos índices no domínio da frequência, demonstraram que hidratação com água possibilitou uma recuperação mais acelerada dos índices. **Conclusão:** Jovens saudáveis do sexo masculino sujeitos a hidratação com água demonstraram recuperação acelerada da FC, e da f em indivíduos com melhores valores de VO_{2pico} , porém, nem hidratação nem VO_{2pico} foram influentes na recuperação da PAS, PAD e SpO2. Nos desfechos autonômicos, para os índices no domínio do tempo, a hidratação e o VO_{2pico} demonstraram ação conjunta na recuperação, com o VO_{2pico} sendo um fator mais determinante para o SDNN, e para os índices no domínio da frequência, a hidratação com água possibilitou uma recuperação mais acelerada dos parâmetros, enquanto o VO_{2pico} foi fundamental apenas para o índice HFms².

Palavras-chave: Exercício físico; Sistema Nervoso Autônomo; Hidratação; Aptidão cardiorrespiratória; Recuperação pós-EF.

ABSTRACT

Introduction: Maximum oxygen consumption (VO_{2peak}) is an effective parameter for measuring maximum oxygen capacity during physical exercise (PE), and autonomic and cardiorespiratory parameters are commonly used to classify this capacity during recovery. Recovery strategies such as hydration are efficient to minimize the gaps between individuals with different levels of VO_{2peak} , considering its effectiveness in organic maintenance. **Objective:** to evaluate the influence of hydration with water on cardiorespiratory and autonomic parameters in the recovery period in healthy young males with different levels of VO_{2peak} undergoing long-term aerobic exercise. **Materials and Methods:** This is an open, non-randomized clinical trial, in which 35 individuals, healthy young men were considered active according to the IPAQ, divided into two groups according to the median VO_{2peak} (G1: below and G2: above the median) and submitted to an experimental procedure divided into three stages performed on a treadmill, these being: maximum effort test, Control Protocol (CP) and Hydration Protocol (HP). Each protocol consisted of 10 min of initial rest with the subject in the supine position, 90 min of PE on a treadmill (60% of VO_{2peak}) and 60 min of recovery also in the supine. In the course of the protocols, cardiorespiratory parameters and autonomic. The volunteers received water at the HP, while at the CP no liquid replacement was done. The adopted statistical significance was set at 5%. **Results:** Considering the cardiorespiratory parameters, HR recovery was shown to be accelerated with hydration, however, with no changes for the others. Regarding autonomic parameters, hydration and the best VO_{2peak} together influenced the recovery of the rMSSD and SDNN indexes. The behavior of the indices in the frequency domain, demonstrated that hydration with water enabled a more accelerated recovery of the indices. **Conclusion:** Healthy young males subject to hydration with water demonstrated accelerated recovery of HR, and of f in individuals with better values of VO_{2peak} , however, neither hydration nor VO_{2peak} were influential in the recovery of SBP, DBP and SpO₂. In the autonomic outcomes, for the indices in the time domain, hydration and VO_{2peak} demonstrated joint action in recovery, with VO_{2peak} being a more determining factor for SDNN, and for indices in the frequency domain, hydration with water enabled a faster recovery of parameters, while VO_{2peak} was fundamental only for the HF ms² index.

Keywords: Exercise; Autonomic Nervous System; Fluid Therapy; Cardiorespiratory fitness; Post-exercise recovery.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Procedimento experimental.....	28
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios, seguidos dos seus respectivos desvios padrão, intervalo de confiança a 95% e valores mínimo e máximo das variáveis de caracterização dos grupos analisados.....	32
Tabela 2. Caracterização de massa corporal e temperatura axilar com valores de média, desvio-padrão, e valores mínimo e máximo.....	34
Tabela 3. Valores de média e desvio-padrão de PAS obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.....	35
Tabela 4. Valores de média e desvio-padrão de PAD obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.....	36
Tabela 5. Valores de média e desvio-padrão de f obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.....	37
Tabela 6. Valores de média e desvio-padrão de FC obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.....	38
Tabela 7. Valores de média e desvio-padrão de SpO2 obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.....	39
Tabela 8. Valores de média e desvio-padrão das variáveis autonômicas do Domínio do Tempo obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.....	41
Tabela 9. Valores de média e desvio-padrão das variáveis autonômicas do Domínio da Frequência obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
±	Mais ou Menos
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEAFiR	Centro de Estudos e de Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação
DP	Desvio padrão
EF	Exercício físico
f	Frequência respiratória
FC	Frequência cardíaca
FCT/UNESP	Faculdade de Ciências e Tecnologias/Universidade Estadual Paulista
G1	Grupo abaixo da mediana
G2	Grupo acima da mediana
HF	Componente espectral de alta frequência
Hz	Hertz
IC	Intervalo de confiança
Kg	Quilograma
kg/m ²	Quilograma por metro quadrado
L/min	Litros por minuto
LF	Componente espectral de baixa frequência
M	Momento do período de recuperação
ml	Mililitros
ml/kg/min ⁻¹	Mililitros por quilograma por minuto
ms ²	Milissegundos ao quadrado
N	Número de amostra
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PC	Protocolo controle
PH	Protocolo hidratação
REC	Recuperação em minutos
SpO ₂	Saturação parcial de oxigênio
T (°C)	Temperatura em graus celsius
u.n	Unidades normalizadas
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VO _{2pico}	Consumo máximo de oxigênio em um determinado período de tempo
vs	Versus

SUMÁRIO

RESUMO	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	17
MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
<i>População</i>	<i>23</i>
<i>Nível de atividade física</i>	<i>23</i>
<i>Grupos de intervenção</i>	<i>24</i>
<i>Teste de esforço máximo</i>	<i>24</i>
<i>Protocolo de hidratação.....</i>	<i>25</i>
<i>Protocolo controle e hidratação</i>	<i>26</i>
<i>Desfechos Cardiovasculares.....</i>	<i>28</i>
Pressão arterial	28
Frequência cardíaca.....	29
<i>Desfechos Respiratórios.....</i>	<i>29</i>
Frequência respiratória.....	29
Saturação parcial de oxigênio	29
<i>Desfechos Autonômicos.....</i>	<i>29</i>
Análise da variabilidade da frequência cardíaca	29
Domínio do tempo.....	30
Domínio da frequência	30
<i>Análise estatística.....</i>	<i>31</i>
RESULTADOS.....	32
DISCUSSÃO.....	45
CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
ANEXOS.....	64
Anexo I. Questionário internacional de atividade física – IPAQ versão curta	64
APÊNDICES	67
Apêndice I. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	67

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação está apresentada em consonância com as normas do modelo de dissertação do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. A presente dissertação está dividida da seguinte forma: introdução, materiais e métodos, resultados, discussão, conclusão, referências (no formato recomendado pelo Comitê Internacional de Editores de Jornais Médicos (ICMJE – *Internacional Committe of Medical Journal Editours*)) anexos e apêndices.

Os dados apresentados nesta dissertação contemplam resultados de pesquisas realizadas no Laboratório de Fisiologia do Estresse, da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP.

INTRODUÇÃO

O exercício físico (EF) é uma estratégia crucial na manutenção da qualidade de vida e do bem-estar no corpo humano^{1,2}. Porém mesmo com diversos benefícios, o mesmo também representa uma situação de estresse ao organismo, promovendo durante a sua realização uma série de alterações nos diversos órgãos e sistemas corporais, com destaque para os sistemas cardiovascular, respiratório e autonômico, os quais devem se adaptar à condição de EF para manutenção da homeostase corporal^{3,4}.

Para que um EF aeróbio desempenhe uma resposta satisfatória, os sistemas musculoesquelético, pulmonar e cardiovascular devem estar em perfeita integração, a fim de produzir respostas corporais adequadas. Porém, o papel central nesse processo é desempenhado pelo sistema cardiovascular, considerado como o mais influente neste tipo de EF^{1,2}.

Especificamente em relação ao sistema cardiovascular, durante a realização de EF aeróbio dinâmico de intensidade moderada, são observados de forma aguda, o aumento do fluxo sanguíneo para suprir as demandas musculoesqueléticas do corpo em atividade⁵ e elevações da frequência cardíaca (FC) e do volume sistólico, que em conjunto promovem aumento do débito cardíaco, o qual pode alcançar valores entre 20 e 40L/min em indivíduos destreinados e atletas, respectivamente^{3,6}. Este aumento no débito cardíaco é explicado, pelo menos em parte, pela alta contratilidade miocárdica, resultado de diversas modificações, dentre elas, um maior volume diastólico final⁷.

No sistema respiratório, os pulmões durante o EF precisam manter a saturação sanguínea por meio da captação de oxigênio, e desempenhar um papel importante contra a acidose metabólica, atuando na eliminação de gás carbônico⁸⁻¹¹. Ocorrem também aumentos na frequência respiratória (f) e ventilação alveolar, proporcionais ao consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono¹²⁻¹⁴. É importante destacar que a

coordenação das ações dos sistemas cardiovascular e respiratório são fundamentais durante o aumento do débito cardíaco^{4,6}. Há um menor tempo para ventilação das células sanguíneas, visto que a elevação da pressão arterial (PA) reduz o tempo circulatório nos capilares pulmonares, o que pode promover uma menor saturação de oxigênio, principalmente em indivíduos altamente treinados, demonstrando uma limitação do sistema pulmonar¹⁵.

Considerando toda a funcionalidade e necessidade do sistema cardiorrespiratório durante a prática do EF, algumas técnicas são utilizadas para mensuração das adaptações sofridas por este sistema frente ao EF¹⁶. Dentre elas, destaca-se a análise do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máximo}}$)¹⁷, ou seja, a quantidade máxima de oxigênio consumida pelo organismo em um período de EF máximo até atingir um platô¹⁷. O $VO_{2\text{máximo}}$ é um dos melhores indicadores de aptidão de resistência cardiorrespiratória¹⁶, indicando que aqueles indivíduos que possuem maiores valores de $VO_{2\text{máximo}}$, apresentam maior capacidade aeróbia¹⁸. Desta forma, estes indivíduos demonstram uma melhor capacidade aeróbia e maior adaptação ao EF, visto que vários sistemas fisiológicos, principalmente os sistemas cardiovascular e musculoesquelético, adaptam-se mais facilmente às necessidades do maior suprimento energético¹⁹.

Mesmo sendo uma variável fundamental, o $VO_{2\text{máximo}}$ nem sempre é atingido, ou seja, o consumo de oxigênio durante uma atividade física não é suficiente para obter um platô. Fatores como fadiga muscular e cansaço podem influenciar na cessação precoce do exercício físico antes que o consumo máximo seja atingido. Nesse caso, esse maior valor de consumo de oxigênio atingido por um indivíduo, independente ou não da obtenção do platô, é chamado de $VO_{2\text{pico}}$.

Além dos sistemas cardiovascular e respiratório, o sistema nervoso autônomo (SNA) atua na manutenção fisiológica dos órgãos e sistemas corporais, por meio de suas

subdivisões anatômicas, as ramificações simpática e parassimpática, permitindo a regulação do equilíbrio orgânico em situações de estresse. Como citado anteriormente, o sistema cardiovascular possui um papel chave na regulação corporal durante o EF^{1,2}, e o coração, como um órgão vital, possui inervações autonômicas, que são as responsáveis pelos efeitos fisiológicos cardiovasculares durante uma situação estressante, como o EF, assim, ações como elevação da FC, da PA e da contratilidade muscular cardíaca, são esperadas e estimuladas pelo sistema nervoso para suprir as necessidades teciduais e metabólicas do corpo em EF²⁰.

Durante a realização de EF, as mudanças ocorridas no SNA são caracterizadas por uma estimulação simpática concomitante a uma retirada parassimpática, as quais devem ser suficientes para alterar a homeostase autonômica cardiovascular, contribuindo, dentre outras alterações, para o aumento da FC²¹ e da PA²². Este desequilíbrio é mantido após o fim do EF e caso seja prolongado após a cessação do EF, a ativação simpática pode culminar no aumento do risco de eventos cardiovasculares²³ como o aumento de arritmias²⁴ e consequentemente, mortalidade cardiovascular²⁵.

Tendo em vista todas as alterações sistêmicas promovidas durante o EF, após a sua cessação, o retorno do organismo à condição basal é fundamental^{26,27}. A recuperação pós-EF tem por objetivo devolver aos sistemas corporais a sua homeostase após os efeitos estressores induzidos pelo EF, restaurando a condição basal dos diversos órgãos e sistemas que são mobilizados durante sua realização e eliminando metabólitos nocivos ao organismo²⁶⁻²⁹. Esse período, além de promover o retorno da fisiologia orgânica a níveis basais, é fundamental na melhora do desempenho físico e na prevenção de lesões decorrentes do EF²⁶⁻²⁹, portanto, acelerar a recuperação do organismo é uma estratégia importante e que têm sido largamente abordada na literatura.

Inúmeras são as propostas de recuperação pós-EF descritas na literatura. *Gomes et al*³⁰ observaram que ouvir música clássica durante e após um EF aeróbico de intensidade submáxima acelera a recuperação de parâmetros cardiovasculares, como a FC e a pressão arterial sistólica (PAS). Diversos autores também relataram que a massagem, quando realizada após o EF, auxiliou no retorno da modulação autonômica cardíaca e da PA aos níveis basais³¹⁻³⁴.

Considerando que a realização do EF pode aumentar a temperatura corporal, a partir de uma elevação nas taxas de produção metabólica de calor e provocar uma resposta transpiratória, outra técnica que tem sido utilizada para acelerar o período de recuperação é a hidratação, realizada durante e após o EF³⁵⁻³⁷. Levando em conta que a evaporação atua como a forma mais comum de perda de calor e controle da temperatura corporal durante o EF, sobretudo em um ambiente quente e, em um EF prolongado, a alta taxa de evaporação, e consequentemente transpiração, promove a perda de líquidos pela sudorese, reduzindo a volemia e dificultando a capacidade de suprimento dos tecidos e órgãos ativos durante a o EF³⁸.

Assim, o fluxo sanguíneo é mantido nas áreas de maior necessidade, como músculos e órgãos internos, e reduzido na pele^{39,40}. A pele por sua vez é responsável pela evaporação a partir do aquecimento do suor pelo calor retido no fluxo sanguíneo cutâneo, porém, como este fluxo encontra-se diminuído, também está a taxa de evaporação, e sem a eliminação deste calor em excesso, a temperatura corporal novamente se eleva, juntamente com a perda eletrolítica^{39,40}.

Esta resposta quando excessiva pode levar a desidratação, culminando na diminuição do desempenho físico e mental do praticante e promovendo comprometimentos cardiovasculares como taquicardia e reduções no volume periférico, fluxo sanguíneo periférico e retorno venoso^{38,40,41}. Pode também gerar a perda de sódio e

cloreto, minerais importantes presentes no suor, cuja baixa concentração no corpo humano se associam a disfunções do sistema nervoso central⁴² e a desfechos negativos na ação contrátil do miocárdio e do músculo esquelético⁴³.

Portanto, a hidratação permite manter o equilíbrio hídrico corporal, proporcionando um melhor desempenho físico, uma maior tolerância ao EF, um efeito termorregulador mais eficaz⁴⁴, e durante o EF, a ingestão de líquidos igual^{39,45} ou maior⁴⁶ à perda de suor, garante que a função renal e outras perdas hídricas sejam equilibradas, e que o fluxo cutâneo de sangue e a transpiração, sejam mantidos, assim, a sobrecarga cardiovascular é amenizada e a capacidade de dissipação de calor preservada^{38,47}.

Como pode ser observado pelos relatos acima, estudos relacionados ao período de recuperação pós-EF são fundamentais e variáveis autonômicas, obtidas por meio dos índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC)^{35,37,38,47}, e cardiorrespiratórias, como FC, PA, saturação parcial de oxigênio (SpO₂) e f³⁶, têm sido utilizadas para avaliar essa condição.

Especificamente em relação à utilização de protocolos de hidratação, *Moreno et al*³⁷ observaram em homens jovens e ativos que a ingestão de água durante e após EF aeróbio de intensidade submáxima promoveu recuperação mais rápida da modulação autonômica em comparação a realização de EF e recuperação sem ingestão de água, assim como *Peçanha et al*²², que buscavam testar os efeitos da ingestão de água na reativação parassimpática após a realização de EF de alta intensidade, por meio da VFC, concluindo que a ingestão hídrica foi eficiente na aceleração da reativação parassimpática. *Moreno et al*³⁷ e *Vanderlei et al*⁴⁸, cujo estudo apresentava protocolo experimental similar, também observaram uma recuperação mais rápida de parâmetros cardiorrespiratórios, como PAS, pressão arterial diastólica (PAD), f e SpO₂ com a hidratação.

Conforme acima descrito, o EF é uma estratégia fortemente recomendada para o bem-estar, e uma das ferramentas utilizadas para avaliar as adaptações dos diversos órgãos e sistemas ao EF, auxiliar na prescrição de exercício e na classificação do desempenho físico é o $VO_{2\text{pico}}$ ou $VO_{2\text{máximo}}$, os quais são diretamente proporcionais à aptidão cardiorrespiratória⁴⁹. Além disso, durante EF existe a possibilidade da ocorrência de perda de líquidos, os quais se adequadamente repostas, podem promover uma recuperação mais eficiente dos sistemas cardiorrespiratório e autonômico.

Nesse contexto, algumas lacunas na literatura podem ser exploradas, ou seja: as respostas dos sistemas cardiorrespiratório e autonômico no período de recuperação pós exercício aeróbio de longa duração são diferentes quando comparamos indivíduos com alto e baixo $VO_{2\text{pico}}$, ou seja, alta e baixa capacidade cardiorrespiratória? A hidratação realizada em indivíduos com diferentes $VO_{2\text{pico}}$ influencia as respostas recuperativas dos sistemas cardiovascular, respiratório e autonômico após o EF? Quais as características dessas respostas? O desenho desse estudo foi elaborado para responder a essas questões.

Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar a influência da hidratação com água sobre os parâmetros cardiovasculares, respiratórios e autonômicos no período de recuperação em indivíduos jovens e saudáveis do sexo masculino com diferentes níveis de $VO_{2\text{pico}}$ submetidos a um EF aeróbio de longa duração.

Hipotetizamos que o protocolo de hidratação será efetivo na recuperação pós exercício dos parâmetros cardiorrespiratórios e autonômicos e que essa recuperação será mais rápida em indivíduos com maiores valores de $VO_{2\text{pico}}$.

REFERÊNCIAS

1. Macedo LM De, Terezinha S, Martin F. Interdependência entre os níveis de atenção do Sistema Único de Saúde (SUS). *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*: 2014;18(51):647–60.
2. Ouverney AM. Modelos de Organização e Gestão da Atenção à Saúde: redes locais, regionais e nacionais. 2013.
3. Kelso TB, Herbert WG, Gwazdauskas FC, Goss FL, Hess JL. Exercisethermoregulatory stress and increased plasma β -endorphin/ β -lipotropin in humans. *J Appl Physiol*. 1984;57:444-49.
4. Rivera-Brown AM, Frontera WR. Principles of Exercise Physiology: Responses to Acute Exercise and Long-term Adaptations to Training. PM&R. 2012; 4(11):797– 804.
5. American College of Sports Medicine (ACSM). Position Stand: Exercise and Hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(3):533-53.
6. Arena R, Myers J, Guazzi M. The clinical significance of aerobic exercise testing and prescription: from apparently healthy to confirmed cardiovascular disease. *Am J Lifestyle Med*. 2008; 2(6):519– 36.
7. Myers J, Froelicher VF. Basic Exercise Physiology. In: Piolo, SF., editor. *Exercise and the Heart*. 5. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2006; 01-10.
8. Whipp BJ, Wasserman K. Effect of anaerobiosis on the kinetics of O₂ uptake during exercise. *Fed Proc*. 1986;45(13):2942-7.
9. Stickland MK, Welsh RC, Petersen SR, et al. Does fitness level modulate the cardiovascular hemodynamic response to exercise? *J Appl Physiol*. 2006; 100(6):1895-1901.

10. Amann M, Blain GM, Proctor LT, Sebranek JJ, Pegelow DF, Dempsey JA. Group III and IV muscle afferents contribute to ventilatory and cardiovascular response to rhythmic exercise in humans. *J Appl Physiol.* 2010;109(4): 966–76.
11. Asmussen E, Nielsen M. Ventilatory response to CO₂ during work at normal and at low oxygen tensions. *Acta Physiol Scand* 1957;39: 27–35.
12. Wagner PD. Determinants of maximal oxygen transport and utilization. *Annu Rev Physiol.* 1996;58:21–50.
13. McGuire DK, Levine BD, Williamson JW, Snell PG, Blomqvist CG, Saltin B, et al. A 30-year follow-up of the Dallas bedrest and training study: I. Effect of age on the cardiovascular response to exercise. *Circulation.* 2001;104(12):1350–57.
14. Bassett DR Jr, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):70–84.
15. Dempsey, JA. Is the lung built for exercise? *Med. Sci. Sports Exerc.* 1986; 18(2):143–55.
16. Nottin S, Vinet A, Stecken F, Nguyen LD, Ounissi F, Lecoq AM, Obert P et al. Central and peripheral cardiovascular adaptations during a maximal cycle exercise in boys and men. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(3):456–63.
17. Noakes TD, Myburgh KH, Schall R. Peak treadmill running velocity during the vo₂ max test predicts running performance. *J Sports Sci.* 1990;8(1):35–45.
18. Prampero PEDI, Hedman R, Merriman JE, Myhre K, Simmons R. The Maximum Oxygen Intake. An International Reference Standard of Cardiorespiratory Fitness. *Bull Wordl Health Organ.* 1968;38(5):757–64.
19. Szent-Györgyi AG. The early history of biochemistry of Muscle Contraction. *J Gen Physiol.* 2004;123(6):631-41.

20. Racinais S, Alonso JM, Coutts AJ, et al. Consensus recommendations on training and competing in the heat. *Sports Med.* 2015;45(7):925-38
21. Task force of the European Society of Cardiology, North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. 1996;93(5):1043–65.
22. Pecanha T, de Paula-Ribeiro M, Nasario-Junior O, de Lima JR. Post-exercise heart rate variability recovery: a time-frequency analysis. *Acta Cardiol.* 2013; 68(6):607–13.
23. Albert, CM, Mittleman MA, Chae, CU, Lee, IM, Hennekens, CH, & Manson, JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N Engl J Med.* 2000;343(19):1355-61.
24. Smith, LL, Kukielka, M, Billman, GE. Heart rate recovery after exercise: a predictor of ventricular fibrillation susceptibility after myocardial infarction. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2005;288(4):1763-69.
25. Cole, CR, Blackstone, EH, Pashkow, FJ, Snader, CE, Lauer, MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med.* 2000; 341(18):1351-57.
26. Yessis, M. Entrenamiento deportivo. Barcelona: Martinez Roca, 1987.
27. Platonov, VN. La adaptación en el deporte. Barcelona: Paidotribo, 1992.
28. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med.* 2001;31(1):01-11.
29. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review: brief review. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):1015–24.
30. Gomes RL, et al. The effects of musical auditory stimulation on cardiorespiratory variables after aerobic exercise. *Sci sports.* 2018; 33(4): 221-7.

31. Diego MA, Field T. Moderate pressure massage elicits a parasympathetic nervous system response. *Int J Neurosci*. 2009;119(5):630–8.
32. Ahles TA, Tope DM, Pinkson B, Walch S, Hann D, Whedon M, et al. Massage therapy for patients undergoing autologous bone marrow transplantation. *J Pain Symptom Manag*. 1999;18(3):157–63.
33. Kubsch SM, Neveau T, Vandertie K. Effect of cutaneous stimulation on pain reduction in emergency department patients. *Complement Ther Nurs Midwifery*. 2000;6(1): 25–32.
34. Arroyo-Morales M, Olea N, Martinez M, Moreno-Lorenzo C, Díaz-Rodríguez L, Hidalgo-Lozano A. Effects of myofascial release after high-intensity exercise: a randomized clinical trial. *J Manip Physiol Ther*. 2008;31(3):217–23
35. Moreno IL, Pastre CM, Ferreira C, de Abreu LC, Valenti VE, Vanderlei LC. Effects of an isotonic beverage on autonomic regulation during and after exercise. *JISSN*. 2013;4;10(1):2.
36. Moreno IL, Vanderlei LC, Pastre CM, Vanderlei FM, de Abreu LC, Ferreira C. Cardiorespiratory effects of water ingestion during and after exercise. *Int Arch Med*. 2013;23;6(1):35.
37. Moreno IL, Vanderlei LC, Vanderlei FM, Pastre CM, de Abreu LC, Ferreira C. Motriz: Rev. educ fis Rio Claro, 2016. 22(3): 174-82.
38. McCubbin AJ, Allanson BA, Caldwell Odgers JN, Cort MM, Costa RJS, Cox GR, et al. Sports Dietitians Australia Position Statement: Nutrition for Exercise in Hot Environments. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*; 2020. 31:01-16.
39. Maughan RJ. Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. In: Harries H, Williams C, Stanish WD, Micheli LL, editors. *Oxford textbook of sports medicine*. New York: Oxford University Press; 1994; 82–93.

40. Maughan RJ, Shirreffs SM. Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(3):40–7.
41. Sawka, MN. Body fluid responses and hypohydration during exercise-heat stress. In: *Human Performance Physiology and Environmental Medicine at Terrestrial Extremes*. Benchmark. 1988;227–66.
42. Barley, O.R.; Chapman, D.W.; Blazevich, A.J.; Abbiss, C.R. Acute Dehydration Impairs Endurance Without Modulating Neuromuscular Function. *Front Physiol*. 2018;(9):1562.
43. Castro-Sepulveda M, Cerda-Kohler H, Perez-Luco C, Monsalves M, Andrade DC, Zbinden-Foncea H, Báez-San Martín E, Ramírez-Campillo R. Hydration Status after Exercise Affect Resting Metabolic Rate and Heart Rate Variability. *Nutr Hosp*. 2014;(31):1273–77.
44. Sawka MN, Pandolf KB. Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. In: Gisolfi CV, Lamb DR, eds. *Fluid homeostasis during exercise*. Carmel: Benchmark Press. 1990:01-38.
45. Sutton JR. Clinical implications of fluid imbalance. In: Gisolfi CV, Lamb DR, editors. *Fluid homeostasis during exercise*. Carmel: Benchmark; 1990;425–56.
46. Shirreffs SM, Maughan RJ. Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol Renal Physiol*. 1998;274(5):868–75.
47. Montain SJ, Coyle EF. The influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J. Appl. Physiol*. 1992;73:1340-50.
48. Vanderlei FM, Moreno IL, Vanderlei LCM, Pastre CM, Abreu LC, Ferreira C. Effects of different protocols of hydration on cardiorespiratory parameters during exercise and recovery. *Int Arch Med*. 2013;6(1):33.

49. Hernandez AJ, Nahas RM. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esporte*. 2009;15(3):03-12.
50. Pardini R, Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciên e Mov*. 2001;9(3):45- 51.
51. Tebexreni AS, Lima EV, Tambeiro VL, Neto TLB. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas “versus” protocolo de rampa. *Rev Soc Cardiol. Estado de São Paulo*. 2001;11(3):519-28.
52. Cabral-Santos C, Gerosa-Neto J, Inoue DS, Panissa VLG, Gobbo LA, Zagatto AM, et al. Similar anti-inflammatory acute responses from moderate-intensity continuous and high-intensity intermittent exercise. *J Sport Sci Med*. 2015;14(4):849-56.
53. Convertino VA, Armstrong LE, Coyle EF, Mack GW, Sawka MN, Senay LC Jr, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28(1):01-07.
54. Hernandez AJ, Nahas RM. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esporte*. 2009;15(3):03-12.
55. Von Duvillard SP, Braun WA, Markofski M, Beneke R, Leithäuser R. Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition*. 2004;20(78):651-56.
56. Armstrong LE. Hydration assessment techniques. *Nutr Rev*. 2005; 63(6-2): 40-54.
57. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(2):377-90.

58. Malachias MVB, Souza WKSB, Plavnik FL, Rodrigues CIS, Brandão AA, Neves MFT, et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. Arq Bras Cardiol. 2016; 107(3): 01-83.
59. Gamelin FX, Berthoins S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. Med Sci Sports Exerc 2006; 38(5):887-93.
60. Kingsley M, Lewis MJ, Marson RE. Comparison of polar S810s and an ambulatory ECG system for RR interval measurement during progressive exercise. Int J Sports Med. 2005;26:39-44.
61. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. Braz J Med Biol Res. 2008;41(10):854-59.
62. Porto LGG, Junqueira Júnior LF. Comparison of Time-Domain Short-Term Heart Interval Variability Analysis Using a Wrist-Worn Heart Rate Monitor and the Conventional Electrocardiogram. Pacing Clin Electrophysiol. 2009;32(1):43–51.
63. Irwin S, Tecklin JS. Fisioterapia cardiopulmonar. São Paulo: Manole; 2003;3:348-49.
64. Nunes WA, Terzi RGG. Pulse oximeters in the evaluation of oxygen transportation in critical patients. Rev Latino-Am Enfermagem. 1999;7(2):79-85.
65. Tarvainen MP, Niskanen JP, Lipponen JA, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA. Kubios HRV - heart rate variability analysis software. Comput Methods Programs Biomed. 2014;113(1):210-20.
66. Godoy MF, Takakura IT, Correa PR. Relevância da análise do comportamento dinâmico não-linear (Teoria do Caos) como elemento prognóstico de

morbidade e mortalidade em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica. *Arq Ciênc Saúde*. 2005;12(4):167-71.

67. Task Force of the European Society of Cardiology of the North American Society of pacing electrophysiology. Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996;93:1043-65.

68. Rassi Jr A. Compreendendo melhor as medidas de análise da variabilidade da frequência cardíaca. *J Diag Cardiol*. 2000 (8).

69. Lopes FL, Pereira FM, Reboredo MM, Castro TM, Vianna JM, Novo Jr JM, et al. Reduction of heart rate variability in middle-aged individuals and the effect of strength training. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(2):113-19.

70. Marães VFSR, Teixeira LCA, Catai AM, Milan LA, Rojas FAR, Oliveira L, et al. Determinação e avaliação do limiar de anaerobiose a partir de métodos de análise da frequência cardíaca de sua variabilidade. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2003;13(4):01-06.

71. Terathongkum S, Pickler RH. Relationships among heart rate variability, hypertension, and relaxation techniques. *J Vasc Nurs*. 2004;22(3):78–82.

72. Corrêa PR. Variabilidade da frequência cardíaca no Domínio do Caos como preditora de infecções pulmonares em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio [tese]. São José do Rio Preto: Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (FAMERP); 2006: 02-11.

73. Oliveira TP, Mattos R, Ferreira RB, Rezende RA, & Lima J R. Absence of parasympathetic reactivation after maximal exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2013;33(2), 143–49.

74. Routledge HC, Chowdhary S, Coote JH, Townend JN. Cardiac vagal response to water ingestion in normal human subjects. *Clin Sci (Lond)*. 2002;103:157–162
75. Le VV, Mitiku T, Sungar G, Myers J, Froelicher V. The blood pressure response to dynamic exercise testing: A systematic review. *Prog Cardiovasc Dis*. 2008; 51(2):135–60.
76. Hayashi K, Honda Y, Ogawa T, Kondo N, Nishiyasu T. Relationship between ventilatory response and body temperature during prolonged submaximal exercise. *J Appl Physiol*. 2006;100(2):414–20.
77. White MD. Components and mechanisms of thermal hyperpnea. *J Appl Physiol*. 2006;101(2):655–63
78. González-Alonso J, Calbet J. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation*. 2003;107(6):824–30.
79. Callegaro CC, Moraes RS, Negrão CE, Trombetta IC, Rondon MU, Teixeira MS, Silva SC, Ferlin EL, Krieger EM, Ribeiro JP: Acute water ingestion increases arterial blood pressure in hypertensive and normotensive subjects. *J Hum Hypertens*. 2007;21(7):564–70.
80. Yun AJ, Lee PY, Bazar KA. Clinical benefits of hydration and volume expansion in a wide range of illnesses may be attributable to reduction of sympatho-vagal ratio. *Med Hypotheses*. 2005;64(3):646–50.
81. Crandall CG, Zhang R, Levine BD: Effects of whole body heating on dynamic baroreflex regulation of heart rate in humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2000;279(5):2486–92.

82. Shastry N, Mirajkar A M, Moodithaya SS, Halahalli HN. Resting heart rate variability and cardiorespiratory fitness in healthy young adults. *Indian Journal of Medical Specialities*. 2017;8(1):17–20.
83. Buchheit M, Gindre C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2006;291(1):451–58
84. Peçanha T, Paula-Ribeiro M, Campana-Rezende E, Bartels R., Marins JCB, de Lima JRP. Water Intake Accelerates Parasympathetic Reactivation after High-Intensity Exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2014;24(5):489–96.
85. Charkoudian N, Eisenach JH, Joyner MJ, Roberts SK, Wick DE. Interactions of plasma osmolality with arterial and central venous pressures in control of sympathetic activity and heart rate in humans. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Phys*. 2005;289(6):2456–60.
86. Peçanha T, Paula-Ribeiro M de, Nasario-Junior O, Lima JRP de. Post-exercise heart rate variability recovery: a time-frequency analysis. *Acta Cardiologica*. 2013;68(6):607–13.