

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>	23
<i>Nível de atividade física</i>	23
<i>Grupos de intervenção</i>	24
<i>Teste de esforço máximo</i>	24
<i>Protocolo de hidratação</i>	25
<i>Protocolo controle e hidratação</i>	26
<i>Desfechos Cardiovasculares</i>	28
Pressão arterial	28
Frequência cardíaca.....	29
<i>Desfechos Respiratórios</i>	29
Frequência respiratória.....	29
Saturação parcial de oxigênio	29
<i>Desfechos Autonômicos</i>	29
Análise da variabilidade da frequência cardíaca	29
Domínio do tempo.....	30
Domínio da frequência	30
<i>Análise estatística</i>	31
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 aeróbico 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 $VO_{2\text{pico}}$.

MATERIAIS E MÉTODOS

População

Trata-se de um ensaio clínico aberto e não randomizado, no qual foram analisados dados de 35 voluntários do sexo masculino, jovens e saudáveis considerados como ativos segundo o Questionário internacional de atividade física - *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ)⁵⁰ (Anexo I).

Não foram incluídos aqueles voluntários que apresentaram pelo menos uma das seguintes características: tabagismo, uso de medicamentos que influenciem a atividade autonômica do coração, alcoólatras, portadores de distúrbios metabólicos e/ou endócrinos conhecidos, e indivíduos sedentários, insuficientemente ativos e muito ativos segundo o IPAQ.

Os voluntários foram devidamente informados sobre os procedimentos e objetivos deste estudo, e após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo II). Todos os procedimentos utilizados nesse estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCT/UNESP (CAAE: 18948819.3.0000.5402).

Nível de atividade física

O nível de atividade física dos voluntários foi avaliado por meio da aplicação do IPAQ, o qual é composto por perguntas que mensuram a atividade física, em uma semana normal, a qual é subdividida em atividade como meio de transporte, atividades no trabalho, EF e esporte. Segundo sua classificação, os indivíduos puderam ser classificados como sedentários, insuficientemente ativos, ativos e muito ativos. Para a realização deste trabalho foram utilizados apenas indivíduos classificados como ativos.

Grupos de intervenção

Todos os voluntários foram submetidos a um procedimento experimental dividido em três etapas, todas realizadas em esteira ergométrica, com intervalo mínimo de 48 horas entre elas, a fim de permitir a recuperação dos mesmos. Foram elas:

I) Teste de esforço máximo: realizado para determinar o consumo de oxigênio máximo para consequente utilização de 60% desse valor ($VO_{2\text{pico}}$) para a carga utilizada nas etapas seguintes;

II) Protocolo controle (PC): nessa etapa os voluntários executaram 90 minutos de EF (intensidade equivalente a 60% do $VO_{2\text{pico}}$) seguidos por 60 minutos de recuperação sem ingestão hídrica.

III) Protocolo hidratação (PH): nessa etapa, os voluntários realizaram atividades similares à do PC, mas com ingestão de água, a qual foi distribuída em 10 porções iguais administradas em intervalos regulares de 15 minutos a partir do 15º minuto de EF até o final do período de recuperação.

Teste de esforço máximo

Para definir a carga de EF utilizada nos protocolos, os voluntários foram submetidos a um teste de esforço máximo. Os participantes foram orientados a não ingerir bebidas alcoólicas ou à base de cafeína nas 24 horas antecedentes ao teste, a consumir uma refeição leve 2 horas antes do teste e a evitar esforços físicos vigorosos no dia anterior.

O teste foi realizado em esteira ergométrica (*Super ATL*, Inbrasport, Brasil), utilizando-se do protocolo máximo de Bruce⁵¹, no Centro de Estudos e de Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação – CEAFiR da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/Unesp. Os voluntários permaneceram em repouso na esteira em posição ortostática para estabilização dos valores iniciais e em seguida iniciaram o teste de esforço físico,

cujo protocolo promove incremento progressivo da carga de trabalho por meio de inclinação e velocidade da esteira a cada três minutos. Incentivo verbal foi utilizado na tentativa de obter um esforço físico máximo, e o teste foi interrompido mediante exaustão voluntária.

Para determinação do consumo de oxigênio (VO_2), foram analisados os gases expirados em um sistema comercial Quark PFT, (Cosmed, Rome, Italy), previamente validado por *Cabral-Santos et al*⁵². No caso dos voluntários não atingir o consumo máximo de oxigênio durante a realização do teste ($VO_{2\text{máximo}}$), foi considerado o mais alto VO_2 atingido no teste, ou seja, o $VO_{2\text{pico}}$, para determinação da carga utilizada nos PC e PH.

Os valores de $VO_{2\text{pico}}$ foram utilizados para divisão da amostra e baseados no valor de mediana de todos os $VO_{2\text{pico}}$ coletados, os indivíduos foram alocados em dois grupos: grupo com maior $VO_{2\text{pico}}$ para aqueles voluntários com valores de $VO_{2\text{pico}}$ maiores que a mediana e grupo com menor $VO_{2\text{pico}}$ para aqueles cujos valores de $VO_{2\text{pico}}$ foram menores que a mediana encontrada. Essa divisão foi necessária para analisar a influência do $VO_{2\text{pico}}$ nas respostas pós-EF dos sistemas cardiovascular, respiratório e autonômico.

Protocolo de hidratação

Todos os voluntários, tanto no PC quanto no PH, foram submetidos a uma hidratação antes do início dos protocolos, para garantir a condição de hidratação inicial, a qual, foi obtida por meio da ingestão de 500 ml de água duas horas antes do início dos protocolos^{53,54}.

A quantidade de água administrada durante o EF e a recuperação no PE foi obtida por meio da perda da massa corporal avaliada por meio da diferença da massa corporal

verificada antes do início do PC e após o seu período de recuperação, realizada por intermédio de uma balança digital (Balmak, Premium Bk-200Fa, Brasil). O uso dessa técnica implica que um grama de massa corporal perdida é equivalente a um mililitro de líquido perdido⁵⁶. Desse modo, a perda de massa corporal de cada voluntário indicou a quantidade de água que o mesmo deverá ingerir durante o EF e o período de recuperação dos PH. Os voluntários foram hidratados com água a cada 15 minutos, logo a quantidade ingerida por cada voluntário foi dividida ao longo do tempo de duração dos PH.

A confirmação da condição de hidratação dos voluntários após a realização dos protocolos foi verificada por meio da análise urinária (Combur 10 M teste, Roche®, Brasil) e a densidade específica da urina foi utilizada como marcador de nível de hidratação⁵⁶. Para realização desse procedimento os voluntários foram instruídos a colherem a urina após o período de recuperação dos PH. Os voluntários que apresentaram densidade específica abaixo de 1,020 foram considerados euidratados, enquanto aqueles que apresentaram densidade específica acima desse valor, foram considerados desidratados^{57,58}.

Protocolo controle e hidratação

Os protocolos foram realizados no CEAFiR, entre 13:00 e 19:00 horas para evitar a variação circadiana, com temperatura e umidade controlados. A fim de reduzir a ansiedade do voluntário durante os testes, um pequeno número de pessoas circulou pelo local. Após serem orientados sobre o estudo em questão e darem seu consentimento por escrito, os voluntários foram submetidos aos protocolos descritos a seguir.

Os voluntários foram instruídos a alimentar-se com uma dieta leve e a estarem trajados com roupas adequadas e confortáveis ao esforço físico, como: short, camiseta, tênis e meias. Também foram orientados a se hidratarem duas horas antecedentes ao teste com 500 ml de água, como mencionado no protocolo de hidratação.

Estando os voluntários hidratados, foram verificados: peso, por meio de uma balança digital (Balmak, Premium Bk-200Fa, Brasil), altura utilizando um estadiômetro (ES 2020 - Sanny, Brasil) e temperatura axilar por meio de um termômetro (BD Thermofácil, China).

Antes do início do PC e PH, foram acoplados aos voluntários um cardiofrequencímetro Polar RS800CX (Polar Electro, Kempele, Finland), para registro da FC batimento a batimento durante os protocolos, e os mesmos permaneceram deitados confortavelmente durante 10 minutos. No final dos 10 minutos de repouso foram mensuradas temperatura, FC, PAS, PAD, f e SpO₂.

Após essas mensurações os voluntários realizaram EF em esteira ergométrica com intensidade equivalente a 60% do seu VO₂_{pico} durante 90 minutos. Nesse período foram realizadas novas mensurações dos parâmetros: FC, PAS, PAD e SpO₂, nos minutos 30, 60 e 90 para controle do EF realizado pelo voluntário. Após o término da atividade, no 90º minuto, os indivíduos permaneceram em repouso, deitados em ambiente calmo e monitorados por mais 60 minutos, período o qual foram analisados os parâmetros: FC, PAS, PAD, f e SpO₂ nos minutos 1, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 e temperatura no minuto 60.

Nos PH a mensuração dos parâmetros cardiorrespiratórios ocorreu imediatamente após a aplicação do protocolo de ingestão hídrica, a qual foi executada em intervalos de 15 minutos a partir do 15º minuto do EF até o final do período de recuperação.

Após o período de recuperação, em ambos os protocolos os voluntários foram encaminhados a uma sala, na qual retiraram o traje do EF e se enxugaram com uma toalha macia a fim de se pesarem novamente, sendo que, apenas nos PH os voluntários

foram orientados, após a mensuração do peso final, a colherem e analisarem a composição da urina (Combur 10M teste, Roche®, Brasil) para controle do seu estado de hidratação. A esquematização do procedimento experimental realizado nos PC e PH está visualmente descrita na Figura 1.

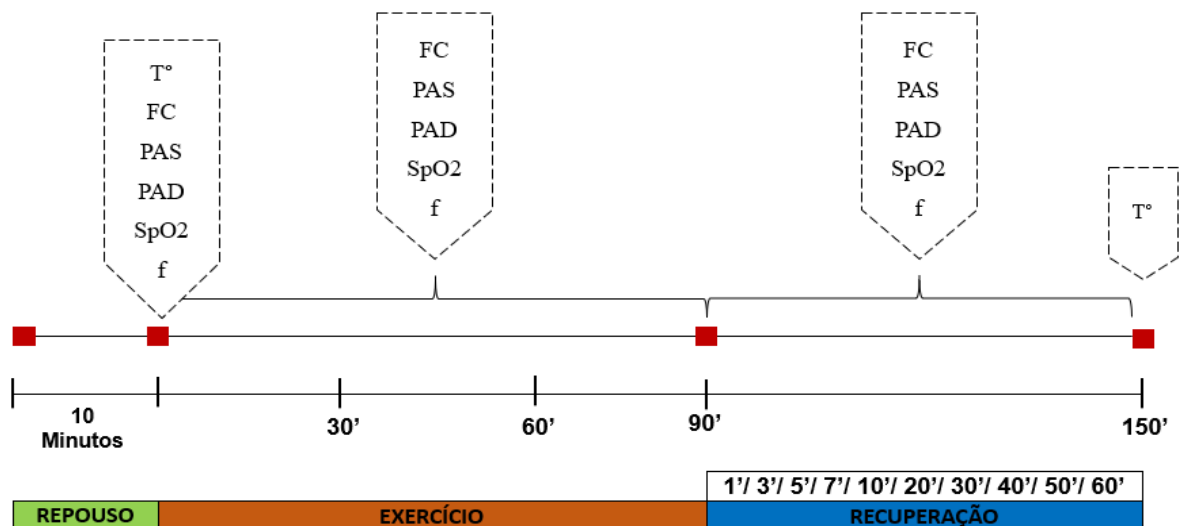


Figura 1: Procedimento experimental. T = temperatura; FC = frequência cardíaca; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; SpO2 = saturação de oxigênio; f = frequência respiratória.

Desfechos Cardiovasculares

Pressão arterial

A verificação da PAS e PAD ocorreu de forma indireta, com a utilização de um estetoscópio (Littmann, Saint Paul, USA) e esfigmomanômetro aneroide (Welch Allyn - Tycos, New York, USA) no braço esquerdo, de acordo com os critérios estabelecidos pela VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão⁵⁹. Os valores indicados foram registrados em ficha individual. Para evitar erros na determinação das pressões arteriais dos voluntários, um único avaliador mensurou o parâmetro cardiovascular durante todo o experimento.

Frequência cardíaca

A FC foi captada batimento a batimento por meio do frequencímetro Polar RS800CX (Polar Electro, Kempele, Finland), equipamento previamente validado para captação desse parâmetro e utilização da série de intervalos RR obtida para análise da VFC59-62.

Desfechos Respiratórios

Frequência respiratória

As medidas foram realizadas pela contagem das respirações durante um minuto sem que o voluntário tivesse conhecimento do processo, para que as características usuais da respiração não fossem modificadas⁶³.

Saturação parcial de oxigênio

A SpO₂ foi verificada por meio de um oxímetro de pulso (Mindray PM-50 Pulse Oximeter, China). O oxímetro de pulso é um aparelho que fornece leituras da saturação do sangue, avaliando o comportamento de absorção da oxiemoglobina e deoxiemoglobina em relação aos comprimentos de luz vermelha e infravermelha. O aparelho possui um receptáculo para acomodar a porção distal do dedo, com um dos lados contendo uma fonte de luz – composta de dois foto emissores de luz (LED) – e do outro lado um fotodetector. Um LED emite luz vermelha ($\cong 660$ nm) e outra luz infravermelha ($\cong 940$ nm)⁶⁴.

Desfechos Autonômicos

Análise da variabilidade da frequência cardíaca

A análise da VFC foi realizada a partir dos dados captados pelo frequencímetro cardíaco Polar RS800CX por meio de métodos lineares, analisados nos domínios do tempo e da frequência. Os índices de VFC foram obtidos por meio do *software Kubios HRV* – versão 2.0⁶⁵.

Para essa análise, a série temporal de intervalos RR foi inicialmente submetida a uma filtragem digital pelo *software Polar Precision Performance SW* (versão 4.01.029) complementada por manual, para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos, e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo⁶⁶. Por meio da análise visual das séries temporais foi observada a ausência de artefatos ou arritmias cardíacas que pudessem interferir na análise da VFC.

A série de intervalos RR foi analisada nos seguintes momentos: M1 (5 minutos finais do repouso), M2 (5° ao 10° minuto de recuperação), M3 (15° ao 20° minuto de recuperação), M4 (25° ao 30° minuto de recuperação), M5 (40° ao 45° minuto de recuperação) e M6 (55° ao 60° minuto de recuperação), e foram obtidos nesses trechos pelo menos 256 intervalos RR consecutivos⁶⁷.

Domínio do tempo

Para análise da VFC no domínio do tempo foram utilizados os seguintes índices: SDNN e RMSSD. O SDNN é um índice que avalia o desvio padrão de todos os intervalos RR normais^{68,69}. O índice rMSSD corresponde à raiz quadrada da somatória do quadrado das diferenças entre os intervalos RR no registro, dividido pelo número de intervalos RR em um tempo determinado menos um intervalo RR⁷⁰.

Domínio da frequência

Para análise da VFC no domínio da frequência foram utilizados os componentes espectrais de baixa frequência (LF) e alta frequência (HF) em milissegundos quadrados (ms^2)⁶⁷⁻⁷¹. Para essa análise as faixas de frequência utilizadas foram: LF faixa entre 0,04 a 0,15 Hz e HF faixa de variação de 0,15 a 0,4 Hz. A análise espectral foi calculada utilizando o algoritmo da transformada rápida de *Fourier*⁷².

Análise estatística

Para a análise do perfil da população foi utilizado o método estatístico descritivo e os resultados foram apresentados com valores de média, desvio-padrão, mínimo e máximo e intervalo de confiança. A normalidade dos dados foi determinada pelo teste Shapiro-Wilk.

Para as variáveis de massa corporal e temperatura corporal a comparação entre os momentos do mesmo protocolo foi realizada usando o teste t de Student para dados pareados quando a distribuição foi normal ou o teste de Wilcoxon para dados com distribuição não normal. A análise entre os grupos foi realizada por meio da ANOVA One-Way com pós teste de Tukey para dados com distribuição normal ou teste de Kruskal Wallis com pós teste de Dunn para dados com distribuição não normal.

As comparações das variáveis entre protocolos (Controle com baixo VO_{2pico} vs Hidratação com baixo VO_{2pico} e Controle com alto VO_{2pico} vs Hidratação com alto VO_{2pico}) e momentos (repouso vs recuperação) foram feitas por meio da análise da variância para modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores. A violação de esfericidade foi checada usando o teste de Mauchly's e a correção de Greenhouse-Geisser foi utilizada quando a esfericidade foi violada.

Para análise dos momentos (repouso vs recuperação) e dos grupos (Controle com baixo VO_{2pico} vs Hidratação com baixo VO_{2pico} vs Controle com alto VO_{2pico} e Hidratação com alto VO_{2pico}) foi utilizado pós-teste de Bonferroni para distribuição paramétrica ou pós-teste de Dunnett para distribuição não paramétrica. Análise dos diferentes momentos entre grupos foi feita usando ANOVA One-Way ou teste de Kruskal Wallis com pós teste de Tukey ou teste de Dunn, respectivamente. A significância estatística adotada foi fixada em 5%. As análises foram realizadas utilizando-se o software comercial IBM SPSS Statistics - versão 22.0 (IBM Corp, Armonk, New York)

e GraphPad InStat – versão 3.01, 1998 (GraphPad Software, Inc., San Diego California USA).

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados de caracterização amostral dos indivíduos analisados divididos em dois grupos de acordo com os valores do $VO_{2\text{pico}}$: G1, indivíduos com $VO_{2\text{pico}}$ inferior ao valor da mediana ($n = 17$; grupo com pior $VO_{2\text{pico}}$) e G2, indivíduos com valor de $VO_{2\text{pico}}$ igual ou superior ao valor da mediana ($n = 18$; grupo com melhor $VO_{2\text{pico}}$).

Observa-se diferenças significativas ($p < 0,05$) para peso e valores de $VO_{2\text{pico}}$. O G1 apresentou maiores valores para peso, enquanto que o G2 para o $VO_{2\text{pico}}$.

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.

Variáveis		Média ± DP	IC 95%	Mín/Máx	p-valor
Idade (anos)	G1	21,66 ± 1,94	20,70 – 22,63	19,00 – 25,00	0,570
	G2	21,29 ± 1,89	20,31 – 22,26	18,00 – 24,00	
Peso (Kg)	G1	76,66 ± 11,48	70,95 – 82,37	54,70 – 95,30	0,025*
	G2	68,11 ± 9,85	63,11 – 73,18	53,80 – 87,80	
Altura (m)	G1	1,79 ± 0,07	1,75 – 1,83	1,67 – 1,94	0,055
	G2	1,74 ± 0,07	1,71 – 1,78	1,60 – 1,88	
IMC (Kg/m²)	G1	23,71 ± 3,10	22,16 – 25,25	16,87 – 28,07	0,110
	G2	22,25 ± 2,59	20,92 – 23,59	19,38 – 28,94	
VO₂pico (ml/kg/min⁻¹)	G1	42,60 ± 6,12	39,55 – 45,64	26,90 – 50,00	<0,001*
	G2	58,68 ± 12,41	52,29 – 65,06	50,08 – 92,87	

Legenda: IMC = índice de massa corpórea; kg = quilograma; m = metro; VO₂pico = consumo máximo de oxigênio; l = litro; min = minuto; DP = desvio padrão; G1 = grupo abaixo da mediana (n = 17); G2 = grupo acima da mediana (n = 18); *Valor com diferença estatisticamente significativa com o G1 (p < 0,05).

Para massa corporal, foi observada redução significativa entre as coletas inicial e final no PC para ambos os grupos (G1: p<0,001; G2: p<0,001). Foi observada diferença significativa entre os grupos para o momento inicial (p=0,030), sendo esta, entre G1 vs G2 para o PC (p=0,026) e PH (p=0,048), entre o G1 do PC vs G2 do PH (p=0,029) e G2 do PC vs G1 do PH (p=0,042). Para o momento final também foi observada diferenças entre os grupos (p=0,024), novamente entre G1 vs G2 no PC (p=0,027) e PH (p=0,040) e entre G1 do PC vs G2 do PH (p=0,012).

Foram observadas diferenças para os valores de temperatura axilar quando comparados momento inicial vs final no G1 para o PC (p<0,001) e PH (p<0,001) assim como no G2 também para o PC (p=0,012) e PH (p=0,001).

Tabela 2. Caracterização de massa corporal e temperatura axilar com valores de média, desvio-padrão, e valores mínimo e máximo.

Variável	Grupo		Inicial	Final
Massa corporal (Kg)	G1	PC	77,08 ± 11,61	75,48 ± 11,31 ^a
			[54,7-96,1]	[58,3-94,2]
		PH	76,98 ± 11,48 ^c	76,98 ± 11,64
			[54,4-96,3]	[54,4-97,2]
	G2	PC	68,37 ± 9,88 ^b	67,21 ± 9,82 ^{a, b}
			[54,7-87,8]	[53,6-86,3]
		PH	68,81 ± 9,75 ^{c, d}	68,58 ± 9,69 ^{c, d}
			[54,1-87,9]	[54,1-88,0]
Temperatura (°C)	G1	PC	36,40 ± 0,44	37,16 ± 0,58 ^b
			[35,0-37,0]	[35,5-38,0]
		PH	36,48 ± 0,31	36,98 ± 0,42 ^b
			[36,0-37,0]	[36,0-37,0]
	G2	PC	36,41 ± 0,53	36,94 ± 0,81 ^b
			[35,4-38,0]	[34,8-38,0]
		PH	36,31 ± 0,45	36,85 ± 0,66 ^b
			[35,4-37,0]	[35,7-38,2]

Legenda: PC = Protocolo controle; PH = protocolo hidratação; kg = quilograma; °C = graus celsius; ; G1 = grupo abaixo da mediana (n = 17); G2 = grupo acima da mediana (n = 18); a = Diferença significativa entre a coleta inicial e final do mesmo protocolo (p<0,05); b = Diferença significativa em relação ao valor encontrado no PC entre G1 vs G2 (p<0,05); c = Diferença significativa em relação ao valor encontrado no PH entre G1 vs G2 (p<0,05); d = Diferença significativa em relação ao valor encontrado no entre G1 do PC vs G2 do PH (p<0,05); e = Diferença significativa em relação ao valor encontrado no entre G2 do PC vs G1 do PH (p<0,05);

A tabela 3 apresenta os valores de PAS para repouso e recuperação. Não foi observada diferença significativa entre protocolos (p=0,872), bem como interação entre momentos vs protocolos (p=0,291). Contudo foi observada diferença entre os momentos para ambos os protocolos (p<0,001).

Para o G1, tanto o PC quanto o PH, apresentaram diferenças significativas (p<0,05) para o momento REC 1 em comparação ao repouso, sugerindo uma recuperação da PAS entre os momentos REC 1 e REC 3. Já para o G2, o PC apresentou

comportamento semelhante, contudo, o PH apresentou uma recuperação mais tardia, entre os momentos REC 3 e REC 5.

Tabela 3. Valores de média e desvio-padrão de PAS obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.

	G1		G2	
	PC	PH	PC	PH
Repouso	118,89 ± 10,08	118,44 ± 6,23	108,82 ± 11,11	105,88 ± 8,70
REC 1	131,00 ± 12,70	128,67 ± 11,29	119,41 ± 11,97	119,88 ± 10,49
REC 3	122,56 ± 11,57	123,33 ± 9,70	113,29 ± 10,93	113,53 ± 9,96
REC 5	119,33 ± 10,91	122,33 ± 9,31	110,59 ± 11,44	111,18 ± 8,57
REC 7	119,89 ± 11,17	120,56 ± 8,61	108,84 ± 10,53	108,82 ± 10,53
REC 10	118,33 ± 12,48	118,44 ± 10,14	108,24 ± 8,82	105,29 ± 8,74
REC 20	117,67 ± 9,75	118,89 ± 8,35	105,29 ± 10,67	105,29 ± 7,99
REC 30	115,00 ± 10,43	118,44 ± 9,90	104,12 ± 12,27	105,29 ± 7,17
REC 40	115,22 ± 12,48	116,56 ± 7,50	103,65 ± 10,89	104,12 ± 7,95
REC 50	117,11 ± 12,48	116,00 ± 8,99	104,12 ± 12,27	103,53 ± 7,85
REC 60	115,22 ± 10,01	119,89 ± 9,59	104,71 ± 12,80	105,29 ± 8,74

Legenda: G1= grupo abaixo da mediana; G2= grupo acima da mediana; REC= momento do período de recuperação em minutos; PC = Protocolo controle; PH = protocolo hidratação; G1 = grupo abaixo da mediana (n = 17); G2 = grupo acima da mediana (n = 18); Valores em negrito = valor com diferença significativa, quando comparado ao repouso no mesmo protocolo e grupo ($p < 0,05$).

Para a PAD (Tabela 4) e f (Tabela 5), foi observado diferença entre os momentos (PAD – $p < 0,001$; f – $p < 0,001$), porém, não foram observadas diferenças significantes entre protocolos (PAD – $p = 0,465$; f – $p = 0,141$) e interação entre momentos e protocolos (PAD – $p = 0,154$; f – $p = 0,297$).

A tabela 4 demonstra que para PAD, em ambos os protocolos do G1 e o PH do G2, não foram observadas diferenças significativas em relação ao repouso ($p>0,05$). Entretanto, para o PC do G2 foi observada diferença entre o momento REC 60 e o repouso ($p<0,05$).

Tabela 4. Valores de média e desvio-padrão de PAD obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.

	G1		G2	
	PC	PH	PC	PH
Repouso	77,22 ± 10,17	76,77 ± 9,13	71,29 ± 9,13	69,64 ± 8,46
REC 1	73,16 ± 8,77	73,44 ± 11,57	64,70 ± 7,17	66,47 ± 7,85
REC 3	74,22 ± 11,95	74,33 ± 11,19	66,58 ± 8,26	66,47 ± 7,01
REC 5	73,55 ± 10,50	76,11 ± 6,97	66,23 ± 9,66	68,23 ± 7,27
REC 7	76,11 ± 9,71	77,66 ± 8,60	68,23 ± 7,27	69,17 ± 8,00
REC 10	76,33 ± 7,52	77,33 ± 7,29	68,94 ± 8,57	68,23 ± 6,62
REC 20	75,11 ± 9,82	79,00 ± 10,04	69,17 ± 8,45	68,58 ± 6,51
REC 30	74,00 ± 8,62	77,22 ± 7,03	68,23 ± 8,82	71,92 ± 8,42
REC 40	73,88 ± 9,59	79,00 ± 6,22	66,70 ± 9,13	70,70 ± 6,40
REC 50	76,77 ± 9,75	78,44 ± 6,81	69,88 ± 11,12	68,82 ± 7,81
REC 60	76,66 ± 9,62	78,44 ± 6,08	69,64 ± 9,93	71,64 ± 8,19

Legenda: G1= grupo abaixo da mediana; G2= grupo acima da mediana; REC= momento do período de recuperação em minutos; PC = Protocolo controle; PH = protocolo hidratação; G1 = grupo abaixo da mediana (n = 17); G2 = grupo acima da mediana (n = 18); Valores em negrito = valor com diferença significativa, quando comparado ao repouso no mesmo protocolo e grupo ($p < 0,05$).

Já na tabela 5, é possível observar que em relação a f, para o G1 o PC apresentou uma recuperação entre REC 3 e REC 5 e para o PH entre os momentos REC 10 e REC

20. Para o G2, observamos que o PC apresentou recuperação entre os momentos REC 20 e REC 30 e o PH entre REC 10 e REC 20.

Tabela 5. Valores de média e desvio-padrão de f obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.

	G1		G2	
	PC	PH	PC	PH
Repouso	17,33 ± 3,36	16,00 ± 2,37	14,58 ± 2,80	16,70 ± 4,05
REC 1	22,66 ± 4,55	24,00 ± 4,75	22,58 ± 5,08	24,70 ± 2,91
REC 3	20,66 ± 4,55	21,77 ± 3,93	21,17 ± 3,39	23,29 ± 3,53
REC 5	20,66 ± 3,69	19,55 ± 3,32	20,00 ± 3,46	21,88 ± 2,86
REC 7	19,77 ± 3,49	19,11 ± 2,92	19,52 ± 3,71	19,24 ± 3,23
REC 10	18,22 ± 3,13	18,88 ± 3,30	17,41 ± 3,44	19,05 ± 3,32
REC 20	17,55 ± 3,11	17,33 ± 3,06	16,94 ± 3,32	17,88 ± 3,77
REC 30	16,88 ± 3,51	16,88 ± 2,92	16,00 ± 2,82	16,70 ± 3,53
REC 40	17,55 ± 3,11	16,66 ± 2,82	16,23 ± 2,63	15,52 ± 2,40
REC 50	16,88 ± 3,51	15,77 ± 3,20	14,58 ± 1,97	14,82 ± 2,74
REC 60	15,55 ± 3,03	15,77 ± 3,21	14,35 ± 2,02	14,82 ± 2,75

Legenda: G1= grupo abaixo da mediana; G2= grupo acima da mediana; REC= momento do período de recuperação em minutos; PC = Protocolo controle; PH = protocolo hidratação; G1 = grupo abaixo da mediana (n = 17); G2 = grupo acima da mediana (n = 18); Valores em negrito = valor com diferença significativa, quando comparado ao repouso no mesmo protocolo e grupo ($p < 0,05$).

A tabela 6 apresenta os dados referentes à FC em repouso e recuperação. Para a FC não foi observada diferença entre os protocolos ($p=0,092$), porém, foi observada uma interação entre momentos e protocolos ($p=0,047$) e diferenças entre momentos ($p<0,001$).

Para ambos os grupos, a FC no PC não apresentou recuperação em relação ao repouso ($p < 0,05$). Contudo, para o G1, o PH apresentou recuperação entre o momento

REC 30 e REC 40, enquanto o PH do G2, não apresentou diferença no momento REC 50 em comparação ao repouso ($p>0,05$) e voltou a diferir significativamente no momento REC 60 ($p<0,05$)

Tabela 6. Valores de média e desvio-padrão de FC obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.

	G1		G2	
	PC	PH	PC	PH
Repouso	72,77 ± 10,26	73,22 ± 11,01	67,41 ± 10,01	67,05 ± 9,17
REC 1	103,83 ± 15,32	102,00 ± 12,99	99,17 ± 15,81	92,88 ± 16,19
REC 3	99,22 ± 13,22	95,94 ± 13,84	94,58 ± 14,00	88,47 ± 14,53
REC 5	95,38 ± 13,15	92,55 ± 13,84	89,64 ± 14,00	85,47 ± 13,98
REC 7	91,66 ± 12,62	88,16 ± 13,23	87,41 ± 12,97	81,64 ± 13,19
REC 10	89,88 ± 13,74	84,38 ± 13,00	84,11 ± 11,21	79,52 ± 12,88
REC 20	86,72 ± 11,64	79,44 ± 13,92	81,41 ± 10,13	74,70 ± 10,58
REC 30	84,22 ± 13,56	84,38 ± 13,14	80,05 ± 11,05	75,88 ± 11,07
REC 40	88,05 ± 12,32	79,00 ± 13,38	79,17 ± 10,17	74,17 ± 9,66
REC 50	85,16 ± 12,81	77,44 ± 13,09	79,47 ± 10,48	70,70 ± 9,03
REC 60	85,72 ± 13,86	79,50 ± 13,72	79,23 ± 11,03	74,64 ± 9,30

Legenda: G1= grupo abaixo da mediana; G2= grupo acima da mediana; REC= momento do período de recuperação em minutos; PC = Protocolo controle; PH = protocolo hidratação; G1 = grupo abaixo da mediana (n = 17); G2 = grupo acima da mediana (n = 18); Valores em negrito = valor com diferença significante, quando comparado ao repouso no mesmo protocolo e grupo ($p < 0,05$).

Por sua vez, a SpO2 apresentou diferença significante entre os protocolos ($p=0,010$) e momentos ($p<0,001$), mas não interação entre momentos e protocolos ($p=0,299$). A diferença entre protocolos pode ser observada no momento REC 30 entre os protocolos do G1 ($p=0,025$) e no momento REC 60 para PC do G2 vs PH do G1 ($p=0,018$) e PC do G2 vs PH do G2 ($p=0,013$). Em relação aos momentos, apenas o PC do G1 apresentou

menores valores da SpO2 nos momentos REC 20 e REC 30 quando comparado ao repouso.

Tabela 7. Valores de média e desvio-padrão de SpO2 obtidos nos protocolos controle e hidratação em repouso e recuperação.

	G1		G2	
	PC	PH	PC	PH
Repouso	97,27 ± 0,95	97,50 ± 0,78	97,23 ± 0,90	97,05 ± 1,14
REC 1	96,72 ± 1,07	97,55 ± 0,85	96,94 ± 1,19	97,11 ± 0,99
REC 3	96,83 ± 0,85	97,27 ± 1,12	96,82 ± 0,95	97,47 ± 0,79
REC 5	96,83 ± 0,70	97,27 ± 0,89	96,88 ± 0,99	97,23 ± 0,83
REC 7	96,88 ± 0,97	97,27 ± 1,12	96,52 ± 1,06	97,17 ± 0,88
REC 10	96,66 ± 0,97	97,11 ± 0,90	96,76 ± 1,14	97,00 ± 1,11
REC 20	96,55 ± 1,04	97,22 ± 1,06	96,64 ± 1,22	96,94 ± 1,19
REC 30	96,44 ± 0,93	97,44 ± 0,92 ^a	96,88 ± 1,16	97,23 ± 0,97
REC 40	97,05 ± 0,98	97,55 ± 0,85	96,82 ± 0,95	97,41 ± 0,93
REC 50	97,16 ± 0,92	97,50 ± 0,78	97,35 ± 0,70	97,58 ± 0,93
REC 60	97,44 ± 0,85	97,72 ± 0,82 ^b	96,88 ± 0,78	97,76 ± 0,75 ^b

Legenda: G1= grupo abaixo da mediana; G2= grupo acima da mediana; REC= momento do período de recuperação em minutos; PC = Protocolo controle; PH = protocolo hidratação; G1 = grupo abaixo da mediana (n = 17); G2 = grupo acima da mediana (n = 18); Valores em negrito = valor com diferença significativa, quando comparado ao repouso no mesmo protocolo e grupo (p < 0,05); ^a = diferença estatisticamente significativa comparado ao mesmo momento do PC do G1; ^b = diferença estatisticamente significativa comparado ao mesmo momento do PC do G2.

Em relação aos desfechos autonômicos, a tabela 8 apresenta os resultados para os índices da VFC no domínio do tempo, rMSSD e SDNN. O índice rMSSD apresentou diferença entre protocolos ($p=0,047$), significância na interação entre momentos vs protocolos ($p=0,016$) e diferença entre momentos ($p<0,001$).

A diferença entre os protocolos pode ser observada para PC do G1 vs PH do G2 nos momentos M4 ($p=0,034$) e M5 ($p=0,034$). Em relação aos momentos, o PC de ambos os grupos apresentou diferença significativa para todos os momentos em relação ao repouso ($p<0,05$). Já no PH, o G1 apresentou recuperação entre os momentos M2 e M3, enquanto que o G2 apresentou entre os momentos M1 e M2.

Para o SDNN, não se observou diferença entre os protocolos ($p=0,142$), mas sim interação entre momentos vs protocolos ($p=0,042$) e diferença entre momentos ($p<0,001$). O G1 apresentou menores valores do SDNN nos momentos M1, M2 e M3 quando comparado ao repouso no PC ($p<0,05$), enquanto que no PH, apenas no G1 menores valores do SDNN foi observado entre M1 e o repouso ($p<0,05$).

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.

Índice	Grupo	Protocolo	Momentos					
			REPOUSO	M1	M2	M3	M4	M5
rMSSD	G1	PC	34,44 ± 17,52	11,72 ± 8,63	19,26 ± 15,42	20,32 ± 15,11	20,50 ± 14,69	22,86 ± 17,52
		PH	44,88 ± 19,39	29,60 ± 13,06	39,12 ± 21,28	41,29 ± 25,02	42,95 ± 16,94	47,98 ± 18,07
	G2	PC	37,17 ± 18,91	15,11 ± 13,81	22,00 ± 14,64	24,71 ± 15,00	24,79 ± 14,04	24,52 ± 14,98
		PH	41,58 ± 21,85	21,63 ± 24,77	27,86 ± 17,97	35,47 ± 20,06	36,75 ± 21,05 ^a	40,58 ± 21,68 ^a
SDNN	G1	PC	45,91 ± 15,13	27,19 ± 10,44	30,48 ± 14,50	33,05 ± 14,76	39,55 ± 19,65	43,26 ± 22,78
		PH	44,88 ± 19,39	29,60 ± 13,06	39,12 ± 21,28	41,29 ± 25,02	42,95 ± 16,94	47,98 ± 18,07
	G2	PC	47,15 ± 21,91	41,93 ± 23,02	38,71 ± 19,72	41,42 ± 20,72	43,44 ± 15,48	40,57 ± 16,82
		PH	49,37 ± 20,48	38,95 ± 24,97	48,08 ± 27,43	52,00 ± 29,13	58,96 ± 32,02	55,50 ± 18,01

Legenda: G1= grupo abaixo da mediana; G2= grupo acima da mediana; PC = Protocolo controle; PH = protocolo hidratação; M = momento referente ao período de recuperação; Valores em negrito = valor com diferença significativa, quando comparado ao repouso no mesmo protocolo e grupo ($p < 0,05$); ^a = diferença estatisticamente significativa comparado ao mesmo momento do PC do G1.

A representação dos índices no domínio da frequência, para repouso e recuperação, pode ser observada na tabela 9. Para o índice HF ms², foi observada diferença entre protocolos ($p=0,022$), momentos ($p<0,001$) e interação entre momentos vs protocolos ($p=0,009$).

Entre os protocolos, maiores valores foram observados para o índice no M4 para o PH quando comparado ao PC no G1 ($p=0,042$) e PC do G1 vs PH do G2 ($p=0,039$). Quanto aos momentos PC do G1 apresentou menores valores do HF ms² em todos os momentos da recuperação em relação ao repouso ($p<0,05$), enquanto que no PH foi possível observar uma recuperação entre os momentos M2 e M3. Já o G2, o PC apresentou recuperação entre os momentos M4 e M5, enquanto o PH entre os momentos M1 e M2.

O LF ms² não apresentou diferença entre protocolos ($p=0,196$) e interação entre momentos vs protocolos ($p=0,239$). Porém, apresentou diferença entre momentos ($p<0,001$). Para o ambos os grupos, observou-se uma recuperação no PC entre os momentos M1 e M2. O PH por sua vez, também para ambos os grupos, não apresentou diferenças entre os momentos de recuperação e repouso.

Tanto para o HF u.n., quanto LF u.n. foram observadas interação entre momentos vs protocolos (HF u.n. – $p=0,006$; LF u.n. – $p=0,007$), assim como diferença entre momentos (HF u.n. – $p<0,001$; LF u.n. – $p<0,001$). Contudo, não houve diferenças entre protocolos (HF u.n. – $p=0,054$; LF u.n. – $p=0,052$).

O PC de ambos os grupos, para o HF u.n., apresentou diferenças significativas em todos os momentos de recuperação em relação ao repouso. No PH foi observado valor significativamente menor do índice no M1 em relação ao repouso somente para o G2.

Já para o LF u.n., o PC do G1 não se recuperou até o fim do protocolo, enquanto o PC do G2, se recuperou entre os momentos M2 e M3. Por fim, o PH do G1 e G2, não apresentou diferenças significantes entre os momentos de recuperação e o repouso.

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.

Índice	Grupo	Protocolo	Momentos					
			REPOUSO	M1	M2	M3	M4	M5
HF ms ²	G1	PC	610,33 ± 589,72	78,55 ± 99,65	248,88 ± 337,10	295,11 ± 337,00	177,94 ± 192,86	340,61 ± 482,25
		PH	521,77 ± 508,12	148,16 ± 206,04	244,50 ± 217,43	433,55 ± 438,72	572,44 ± 582,13 ^a	589,77 ± 562,47
	G2	PC	555,05 ± 609,39	163,82 ± 273,09	249,17 ± 245,96	301,47 ± 251,60	286,88 ± 293,34	312,35 ± 291,91
		PH	685,31 ± 731,37	229,37 ± 449,06	395,75 ± 475,38	639,25 ± 571,55	566,68 ± 520,26 ^a	789,81 ± 781,21
LF ms ²	G1	PC	580,27 ± 412,16	169,05 ± 127,60	367,77 ± 454,54	377,61 ± 367,57	681,66 ± 845,91	712,88 ± 681,62
		PH	626,22 ± 462,53	210,22 ± 176,67	381,22 ± 334,09	654,66 ± 714,85	628,27 ± 549,62	752,50 ± 785,39
	G2	PC	752,29 ± 644,83	613,82 ± 1286,96	544,29 ± 531,37	788,94 ± 912,75	612,76 ± 602,36	645,35 ± 575,43
		PH	1105,87 ± 1045,68	492,31 ± 938,07	911,37 ± 1317,68	1285,06 ± 1524,05	1455,50 ± 1503,70	1055,87 ± 901,47
HF u.n.	G1	PC	44,67 ± 16,70	25,20 ± 13,40	30,80 ± 18,18	33,04 ± 21,88	22,76 ± 15,18	24,13 ± 15,28
		PH	39,12 ± 16,90	32,66 ± 18,04	35,49 ± 18,44	34,90 ± 20,77	37,61 ± 21,41	36,91 ± 18,38
	G2	PC	42,61 ± 20,15	22,67 ± 13,27	27,78 ± 16,96	30,81 ± 15,64	29,26 ± 11,74	27,68 ± 8,99
		PH	40,68 ± 18,39	29,76 ± 15,52	32,78 ± 15,65	37,74 ± 18,80	30,11 ± 12,89	38,74 ± 18,83
LF u.n.	G1	PC	55,32 ± 16,70	74,59 ± 13,25	69,20 ± 18,18	66,95 ± 21,88	77,23 ± 15,18	75,86 ± 15,28
		PH	60,87 ± 16,90	67,33 ± 18,04	64,50 ± 18,44	64,10 ± 20,71	62,38 ± 21,41	63,08 ± 18,38
	G2	PC	77,47 ± 20,15	77,31 ± 13,30	72,20 ± 16,96	69,17 ± 15,55	70,60 ± 11,73	42,61 ± 20,15
		PH	59,25 ± 18,41	70,17 ± 15,56	67,20 ± 15,65	62,24 ± 18,79	69,85 ± 12,87	58,39 ± 21,59

Legenda: G1= grupo abaixo da mediana; G2= grupo acima da mediana; PC = Protocolo controle; PH = protocolo hidratação; M = momento referente ao período de recuperação; ms² = milissegundos quadrados; u.n = unidades normalizadas; Valores em negrito = valor com diferença significativa, quando comparado ao repouso no mesmo protocolo e grupo (p < 0,05); ^a = diferença estatisticamente significativa comparado ao mesmo momento do PC do G1.

DISCUSSÃO

No presente estudo foi analisada a influência da hidratação na recuperação pós EF submáximo prolongado sobre os parâmetros cardiorrespiratórios e autonômicos de 35 voluntários do sexo masculino, jovens e classificados como ativos segundo o IPAQ, com diferentes níveis de $VO_{2\text{pico}}$. Em relação aos parâmetros cardiorrespiratórios os resultados demonstraram que a hidratação com água independentemente do nível de $VO_{2\text{pico}}$ não influenciou a recuperação da PAS, PAD e SpO_2 , mas acelerou a recuperação da FC. Para a f a hidratação atrasou a recuperação do grupo com menor nível de $VO_{2\text{pico}}$, mas acelerou a do grupo com melhor $VO_{2\text{pico}}$. Já para a modulação autonômica, a hidratação e o $VO_{2\text{pico}}$ conjuntamente influenciaram a recuperação dos índices rMSSD e SDNN, porém o $VO_{2\text{pico}}$ foi um fator mais determinante para o SDNN. O comportamento dos índices no domínio da frequência, demonstraram que hidratação com água possibilitou uma recuperação mais acelerada dos índices, enquanto o $VO_{2\text{pico}}$ foi influente apenas no índice HF ms^2 .

Conforme apontado na tabela 1, referente à caracterização da amostra, os grupos avaliados diferiram em relação ao peso corporal e $VO_{2\text{pico}}$, com maiores valores de peso corporal para o G1 e maiores valores de $VO_{2\text{pico}}$ para o G2, o que já era esperado, visto que a mediana do $VO_{2\text{pico}}$ foi a ferramenta utilizada para classificação da amostra.

Demonstrados na tabela 2, estão os resultados referentes a massa corporal e a temperatura. A avaliação da massa corporal dos indivíduos analisados antes e ao final dos protocolos aplicados mostrou que no PC a perda de líquido ocorreu em ambos os protocolos, em média 1,6 litros para o G1 e 1,16 litros para o G2, situação que foi evitada em ambos os grupos com a hidratação, demonstrando a eficácia do protocolo de ingestão hídrica executado. Para a temperatura, foram observados pequenos aumentos significantes em todos os protocolos realizados.

Em relação aos parâmetros cardiorrespiratórios, os resultados demonstraram que a hidratação com água independentemente do nível de $VO_{2\text{pico}}$, acelerou a recuperação da FC, porém não influenciou na recuperação da PAS, PAD e SpO_2 . Para a f, a hidratação atrasou a recuperação do grupo com menor $VO_{2\text{pico}}$, mas acelerou a do grupo com melhor $VO_{2\text{pico}}$.

A tabela 3 demonstra o comportamento da PAS durante o repouso e no período de recuperação. Com exceção do PH realizado pelos indivíduos do G2, todos os outros protocolos demonstraram uma recuperação igualmente rápida da PAS, assim, é possível concluir que o $VO_{2\text{pico}}$ e a hidratação não foram fatores que influenciaram a recuperação da PAS, visto que os indivíduos com maior condicionamento e melhor condição de hidratação possuíram tempo de recuperação maior. Esse resultado corrobora com o de Oliveira *et al*⁷³, no qual a ingestão de água logo ao cessar do EF não alterou de forma significativa os valores de PAS dos voluntários após EF em ciclo ergômetro. Esse resultado é explicado por Oliveira⁷³ como sendo uma reação vagal estimulada pela ingestão de água, que contrabalanceou os efeitos tensores e resultou em alterações mínimas da pressão arterial. Routledge *et al*⁷⁴ ainda acrescenta que a hidratação em jovens saudáveis reduz o fluxo sanguíneo cutâneo nos membros superiores e eleva a resistência vascular periférica, aumentando o tônus arteriolar e refletindo uma ativação simpática periférica, a qual, de forma generalizada, pode comprometer as respostas cardiovasculares à ingestão de água.

O estudo de Vanderlei *et al*⁴⁸ demonstrou que no primeiro minuto após o EF em jovens ativos, a PAS manteve-se elevada, também corroborando com nosso estudo. A recuperação pós EF promove o retorno da modulação vagal juntamente com a redução da atividade simpática iniciada durante o EF, promovendo redução da resistência periférica, do débito cardíaco e, conseqüentemente, da FC e PAS⁷⁵.

Para a PAD, observa-se sua recuperação imediatamente após a cessação do EF, com a exceção de um evento casual no REC 60 do PC do G2, possibilitando inferir a ausência de influência da hidratação e do $VO_{2\text{pico}}$ na sua recuperação. No estudo de Vanderlei *et al*⁴⁸, os voluntários submetidos a hidratação não demonstraram diferenças entre os valores basais e recuperativos de PAD, mantendo-se inalterada. Porém, no PC com a ausência da reposição hídrica, foi notada uma redução da PAD nos primeiros minutos do período de recuperação, a qual pode ser explicada pela elevação da temperatura interna promovida pelo EF de longa duração, e pela ação termorreguladora conjunta dos sistemas cardiovascular e nervoso, que, promovem vasodilatação periférica e eliminam o calor excedente do corpo para o meio ambiente, tendo como consequência a redução da PAD. A hidratação é uma técnica termo regulatória comprovada que auxilia na manutenção deste mecanismo, contudo, em nosso estudo, não houve diferenças entre os indivíduos do PC e do PH, independente do $VO_{2\text{pico}}$.

A *f* apresentou resultados que diferiram para cada protocolo e grupo. No G1, o PC se recuperou de forma mais acelerada que o PH, porém no G2 essa situação foi o contrário. Assim, é possível dizer que para indivíduos mais treinados, a ingestão hídrica seja efetiva acelerando a recuperação da *f*, enquanto em outras ocasiões, a hidratação não seja um fator determinante. Ainda, o tempo de recuperação do PC dos indivíduos integrantes do G1 foi menor, também sugerindo que o $VO_{2\text{pico}}$ também não seja um fator determinante para a recuperação.

Os valores elevados nos primeiros minutos de recuperação da *f* são esperados tendo em vista os estímulos químicos e físicos promovidos durante o EF prolongado, sobretudo, alterações de pH e oscilações de temperatura, que são minimizados pela elevação da *f*, com a liberação excedente de calor e gás carbônico, e com a manutenção

das trocas gasosas, que também depende de uma maior f para suprir adequadamente as demandas teciduais^{76,77}.

Considerando o estudo de González-Alonso *et al*⁷⁸, no G2 a ingestão hídrica foi eficiente na aceleração da recuperação da f quando comparados aos indivíduos do PC, o que ocorreu de forma inversa no G1, desta forma, é presumível que para os indivíduos mais bem treinados, a hidratação foi fundamental na manutenção do mecanismo termorregulador, promovendo maior proteção musculoesquelética e cardiopulmonar, e assegurando a eficiência das trocas gasosas e da circulação do fluxo sanguíneo.

A FC apontou uma recuperação mais acelerada nos PH sobretudo no G1, em contrapartida, não houve recuperação da FC nos PC, independentemente do VO_{2pico} , permitindo a conclusão que a ingestão hídrica foi determinante para a recuperação da variável, enquanto o VO_{2pico} não possuiu grande influência. Segundo observado por Callegaro *et al*⁷⁹, houve redução da FC após 35 minutos da ingestão hídrica, visto que a hidratação levou a estimulação vasoconstritora simpática e como resposta da pressão sanguínea, a reativação vagal. Estes dados corroboram em parte com nosso estudo, no qual a recuperação da variável FC ocorreu após 30 minutos (entre o minuto 30 e 40) no G1 durante o PH.

No estudo de Vanderlei *et al*⁴⁸, está claro que a hidratação, seja com água ou com solução isotônica, promoveu melhor recuperação da FC quando comparada ao grupo controle. Isso pode ser explicado pela aceleração da taxa de disparo do nodo sinusal proveniente da elevação da temperatura interna promovida pelo EF, promovendo uma recuperação mais lenta da FC principalmente em uma situação sem a ingestão de água (PC). Assim, a ausência da hidratação, além de prejudicar o mecanismo termo

regulatório⁸⁰, também retarda a estimulação barorreflexa que é responsável por reduzir a modulação simpática⁸¹.

Estes resultados vêm de encontro com os nossos, visto que obtivemos recuperação da FC apenas durante o PH, independentemente do $VO_{2\text{pico}}$ dos voluntários. O mecanismo de termorregulação pode explicar o atraso na recuperação da variável em questão, principalmente quando consideramos os PC ausentes de ingestão hídrica, porém era esperado que indivíduos condicionados, que em teoria, possuem maior adaptação das relações resposta-suprimento dos sistemas em EF (G2), a recuperação fosse mais acelerada, porém, não foi o que aconteceu.

A SpO_2 apresentou uma recuperação semelhante para ambos os grupos e em ambos os protocolos, com dois eventos no PC do G1 que podem ser considerados ocasionais. Nos estudos de Vanderlei *et al*⁴⁸ e Moreno *et al*³⁶ os resultados encontrados foram similares aos deste estudo, nos quais não houve alteração na velocidade de recuperação da SpO_2 , mesmo em condições onde houve hidratação, e isto talvez possa ser explicado graças a população de ambos os estudos consistir em indivíduos jovens, saudáveis e sem estresse cardiopulmonar, o que não promoveu grandes alterações de performance na realização dos protocolos.

Em relação as variáveis autonômicas, índices no domínio do tempo, demonstraram que a hidratação acelerou a recuperação desses índices. Para a variável rMSSD a hidratação se mostrou eficaz na recuperação, sobretudo no G2, deixando aberta a possibilidade de influência também do $VO_{2\text{pico}}$ sobre a recuperação. Contudo, para o SDNN, ingestão hídrica e $VO_{2\text{pico}}$ foram fundamentais para a recuperação do G1, enquanto o G2 demonstrou recuperação total em ambos os protocolos, tornando aqui a

hidratação um fator não determinante, porém abrindo precedente para a influência do VO₂pico na velocidade de recuperação.

Considerando os índices autonômicos no domínio da frequência, os índices HF ms² e LF u.n apresentam respostas similares, nas quais, o PH demonstrou uma recuperação mais acelerada dos índices, principalmente no G2, no qual a recuperação ocorreu nos primeiros minutos para o HF ms², enquanto o LF u.n já se encontrava recuperado, assim, a ingestão hídrica e o VO₂pico foram determinantes para acelerar a recuperação destes índices.

Considerando a capacidade aeróbia dos voluntários, Shastry *et al*⁸² observaram em um protocolo de treinamento submáximo realizado com jovens adultos, independente do sexo, que após 2 minutos de recuperação os índices HF ms² e HF u.n estavam recuperados, o que indicava um reestabelecimento vagal após o EF, visto que esses índices são representantes da modulação parassimpática. Buchheit *et al*⁸³ investigaram a relação entre aptidão cardiorrespiratória e carga de treinamento com índices da modulação autonômica e concluíram que indivíduos com maior aptidão possuem recuperação mais rápida de índices vagais, demonstrando que a capacidade cardiorrespiratória está vinculada a melhor atividade parassimpática.

Em nossos resultados, nos PC os índices rMSSD e HF ms² se recuperaram de forma mais eficiente no G2 quando comparado ao G1. Porém quando o índice HF foi normalizado os resultados obtidos no G1 foram superiores aos do G2.

Segundo Peçanha *et al*⁸⁴ a ingestão hídrica foi eficiente em promover a aceleração do retorno parassimpático em jovens do sexo masculino submetidos a EF intenso, demonstrado pelo aumento do índice rMSSD durante os primeiros minutos de recuperação.

Durante a realização de uma atividade prolongada, a desidratação associada ao aumento da temperatura corporal são fatores que mantêm a estimulação simpática elevada, o que pode explicar o retorno lento observado no PC dos índices rMSSD e SDNN em nossa população. A redução do volume plasmático proveniente da perda líquida, que por sua vez é oriunda da falha do mecanismo termo regulatório, além de promover maior estimulação simpática, aumenta o controle barorreflexo necessário para agir contra a hipotensão, reduzindo a velocidade da recuperação⁸⁴. Em nossa população ambos os fenômenos são perceptíveis, visto que os grupos que não foram sujeitos a ingestão hídrica não demonstraram recuperação, enquanto nos indivíduos hidratados, a recuperação ocorreu de forma acelerada, sobretudo no G2, grupo onde se encontram indivíduos com maior capacidade aeróbia.

O índice LF ms² apresentou respostas idênticas nos G1 e G2, desta forma, a hidratação e o VO₂pico não foram influentes para esta variável. Já para o índice HF u.n, os PC não apresentaram recuperação da variável em nenhum dos grupos, enquanto o PH apresentou em ambos, porém, a resposta foi mais acelerada no G1, permitindo concluir que a hidratação foi eficaz na aceleração na recuperação do índice, mas o VO₂pico não influenciou o parâmetro em questão.

Peçanha *et al*⁸⁶ avaliaram a recuperação em jovens saudáveis do sexo masculino de acordo com o treinamento físico dos voluntários, e observaram que os indivíduos do grupo mais treinado obtiveram melhores resultados dos índices LF e HF logo no início do período de recuperação. Nossos resultados em relação ao HF são similares quando observamos o PC, o qual no G2 apresentou recuperação mais acelerada. Já os resultados de LF são contrastantes, pois em ambos os grupos Peçanha⁸⁶ observaram recuperações em tempo similar, enquanto que, os nossos resultados mostraram que para o índice LF

u.n, o PC do G2 obteve resultados de recuperação mais acelerados quando comparados ao G1

Vanderlei *et al*⁶¹ observaram em seu protocolo com jovens do sexo masculino sujeitos a 90 minutos de esteira a 60% do VO_{2pico} seguido de 60 minutos de recuperação em posição supina que, os índices autonômicos tanto no domínio da frequência (rMSSD e SDNN), quanto do tempo (HF ms^2 e u.n e LF ms^2 e u.n) apresentaram recuperação mais rápida e gradual quando os voluntários foram sujeitos a hidratação em comparação ao controle sem hidratação. Em nosso estudo, o mesmo comportamento foi observado, pois durante os PH as respostas da recuperação foram mais aceleradas, com exceção da variável SDNN no G2, que demonstrou recuperação similar entre PC e PH.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. A avaliação do nível de atividade física, realizada pelo IPAQ, para seleção dos voluntários para participar do estudo é subjetiva e sujeita a viés, contudo, como o seu uso foi somente para selecionar possíveis voluntários para participação do estudo, acreditamos que mesmo subjetivo isso não influenciou os resultados. Outro aspecto que pode ser considerado como uma limitação é o fato das avaliações realizadas nos períodos de repouso e recuperação terem sido na posição supina, enquanto que, o EF foi executado na posição ortostática. Isso foi realizado para deixar esses períodos mais tolerável e confortável para os voluntários, principalmente a recuperação. Apesar disso, entendemos que as respostas das variáveis cardiorrespiratórias que foram analisadas não seriam diferentes, pois as comparações entre o repouso e a recuperação foram realizadas na mesma posição.

Como ponto forte desse estudo, destacamos que estudos que avaliaram a influência da reposição hídrica sobre variáveis cardiorrespiratórias e autonômicas no

período de recuperação em indivíduos com diferentes níveis de VO_{2pico} são incipientes na literatura, sendo assim, esse estudo é relevante para melhor compreensão dessa influência que está presente nas rotinas de EF.

Além disso, os resultados obtidos podem ser considerados como um ponto de partida para estudos futuros que busquem compreender o padrão de respostas das variáveis cardiorrespiratórias e autonômicas, e os mecanismos fisiológicos responsáveis por essas respostas nas condições avaliadas nesse estudo.

CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo permitem a conclusão que, nas variáveis cardiorrespiratórias, jovens saudáveis do sexo masculino sujeitos a hidratação com água demonstraram recuperação acelerada da FC, porém, a hidratação não influenciou a recuperação da PAS, PAD e SpO_2 independentemente do nível de VO_{2pico} . Para a f a hidratação atrasou a recuperação do grupo com menor nível de VO_{2pico} , mas acelerou a do grupo com melhor VO_{2pico} . Quanto aos desfechos autonômicos estudados, para os índices no domínio do tempo, a hidratação e o VO_{2pico} conjuntamente influenciaram a recuperação do rMSSD e SDNN, porém o VO_{2pico} foi um fator mais determinante para o SDNN. Os índices no domínio da frequência demonstraram que hidratação com água possibilitou uma recuperação mais acelerada dos parâmetros, enquanto o VO_{2pico} influenciou apenas o índice HF ms^2 .

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 World 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.

ANEXOS

Anexo I

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – IPAQ VERSÃO CURTA

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade: ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por EF ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

- Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal.
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a. Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de EF?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b. Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração **(POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)**

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?
_____horas _____minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

- 5.** Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não
- 6.** Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não

APÊNDICES

Apêndice I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PESQUISA: Análise da hidratação com água sobre variáveis autonômicas e cardiorrespiratórias durante a recuperação, em jovens saudáveis com diferentes níveis de VO₂pico.

COORDENADOR: Profa. Dra. Franciele Marques Vanderlei.

PESQUISADOR: Vitor Eduardo dos Santos Silva.

As informações contidas nesta folha, fornecidas por FRANCIELE MARQUES VANDERLEI ou VITOR EDUARDO DOS SANTOS SILVA têm por objetivo firmar acordo escrito com o voluntário para participação da pesquisa acima referida, autorizando sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos que será submetido.

1) Natureza da pesquisa: Você é convidado a participar desta pesquisa, que tem como finalidade investigar a influência da hidratação com água ou bebida isotônica sobre o sistema cardiorrespiratório, por meio da análise da frequência cardíaca, pressão arterial, frequência respiratória, saturação parcial de oxigênio e a modulação autonômica do coração, analisada através da variabilidade da frequência cardíaca, em EFe recuperação.

2) Participantes da pesquisa: 35 voluntários, com características socioeconômicas e faixa etária entre 18 e 25 anos, considerados como ativo por meio do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ – versão curta).

3) Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você deverá permitir que dois questionários sejam aplicados: um contendo seus dados pessoais e outro para classificar o grau de suas atividades de vida diária. O procedimento experimental será executado em duas etapas. Na primeira você será submetido a um teste de esforço máximo, cujos resultados serão utilizados para determinação da intensidade de EF que você executará na segunda etapa. Na segunda etapa você participará de três protocolos experimentais que terão a duração de aproximadamente três horas cada protocolo. Para realização destes protocolos será necessária a ingestão de 500 ml de água, 2 horas antes do horário previsto para o seu início. Durante a execução dos protocolos será afixada ao seu tórax uma cinta de captação e no seu punho um receptor de frequência cardíaca e você terá sua pressão arterial, frequência respiratória e saturação parcial de

oxigênio mensuradas em diversos momentos durante sua realização. Você tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para você. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone dos integrantes da equipe do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.

4) Sobre as coletas: As coletas serão marcadas com antecedência e serão realizadas no Centro de Estudos e de Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação – CEAFiR da FCT/UNESP, localizado à rua Roberto Simonsen – Presidente Prudente, SP, entre 13:00 e 17:00 horas. Os experimentos serão realizados com um intervalo mínimo de 48 horas entre eles.

5) Protocolo experimental: Na primeira etapa do protocolo você será submetido a um teste de esforço máximo que será realizado em uma esteira rolante e terá os seus parâmetros cardiorrespiratórios controlados. Na segunda etapa, para a realização dos três protocolos experimentais você deverá alimentar-se com uma dieta leve e hidratar-se com 500ml de água 2 horas antes dos protocolos. Seu peso, altura e temperatura serão coletados assim que chegar no local. Antes do início dos protocolos serão colocadas a cinta de um frequencímetro cardíaco no seu tórax e um relógio receptor em seu pulso, e você ficará deitado confortavelmente, durante dez minutos. Ao final deste período serão mensuradas pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e a saturação parcial de oxigênio. Em seguida você dará início à realização de uma atividade física que terá a duração de 90 minutos em esteira ergométrica com uma intensidade equivalente a 60% da obtida no teste de esforço, intensidade esta considerada como moderada. Sua frequência cardíaca será monitorada ao longo de todo o protocolo pelo frequencímetro, sua pressão arterial será verificada de forma indireta, utilizando-se um esfigmomanômetro aneróide e um estetoscópio, a frequência respiratória será mensurada por observação do movimento do seu tórax e a saturação parcial de O₂ por um equipamento chamado oxímetro. Estes parâmetros serão mensurados no final do 10º minuto de repouso pré-EF a partir do décimo minuto do início do EF com intervalos de dez minutos. Após o EF você permanecerá deitado confortavelmente por 60 minutos e os parâmetros anteriormente citados serão novamente mensurados no 1º, 3º, 5º, 7º, 10º e a partir daí a cada 10 minutos até o final da recuperação. Você será também submetido em dois dos protocolos a um procedimento de hidratação durante o EF e a recuperação no qual fará a ingestão de água ou bebida isotônica em intervalos de quinze minutos a partir do décimo quinto minuto de EF, sendo que a quantidade dessas substâncias a serem ingeridas será proporcional à perda de peso corporal obtida na análise do PC.

6) Riscos e desconforto: Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme resolução n. 196/96 do Conselho

Nacional de Saúde – Brasília – DF. Nenhum dos procedimentos utilizados oferece desconfortos ou riscos a sua pessoa, exceto o cansaço normal de uma atividade física.

7) Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Seus dados serão identificados com um código, e não com seu nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim sua privacidade.

8) Benefícios: Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre a influência da hidratação no comportamento autonômico cardíaco em EF e recuperação, de forma que o conhecimento que será construído a partir dessa pesquisa possa ser utilizado em benefício de outros indivíduos que praticam atividade física, como é o caso de indivíduos com problemas cardíacos. Os pesquisadores envolvidos com a pesquisa se comprometem a divulgar os resultados obtidos.

9) Pagamento: Você não terá nenhum tipo de despesa por participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

10) Liberdade de recusar ou retirar o consentimento: Você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem penalizações.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto, preencha os itens que seguem:

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG _____ após a leitura e compreensão destas informações, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Presidente Prudente, ____/____/____

Telefone para contato: _____

Assinatura Voluntário: _____

Assinatura Coordenador: _____

Assinatura Membro da Equipe: _____

Contatos:

Vitor Eduardo dos Santos Silva – End: Rua Floriano Borges, 122 – Jd das Rosas – Pres.

Prudente – SP – CEP: 19060-170 – Tel. (0xx16) 99381-4995.

E-mail: vitor_eduardosantos@hotmail.com

Profa. Dra. Franciele Marques Vanderlei (0xx18) 3229-5824 – Laboratório de Fisioterapia Desportiva FCT/UNESP.

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da FCT-UNESP/ Profa. Dra. Edna Maria do Carmo/ Vice Coordenadora: Profa. Dra. Andréia Cristiane Silva Wiezzel – Telefone do

Comitê: (18) 3229-5315 ou (18) 3229-5526.

E-mail: cep@fct.unesp.br