

Aldo Coelho Silva

**EFEITO DA PRESSÃO POSITIVA CONTÍNUA NAS VIAS AÉREAS (CPAP) NAS
MEDIDAS DE SONO, DE TREINO, DE RECUPERAÇÃO FÍSICA E DE
DESEMPENHO FÍSICO DE CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2020

Aldo Coelho Silva

**EFEITO DA PRESSÃO POSITIVA CONTÍNUA NAS VIAS AÉREAS (CPAP) NAS
MEDIDAS DE SONO, DE TREINO, DE RECUPERAÇÃO FÍSICA E DE
DESEMPENHO FÍSICO DE CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Coorientadora: Profa. Dra. Andressa da Silva de Mello

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2020

S586e Silva, Aldo Coelho
2020 Efeito da Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas (CPAP) nas medidas de sono, de treino, de recuperação física e de desempenho físico de corredores de longa distância. [manuscrito] / Aldo Coelho Silva – 2020.
108 f., enc.: il.

Orientador: Marco Túlio de Mello
Coorientadora: Andressa da Silva de Mello

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 84-100

1. Exercícios físicos – Aspectos fisiológicos - Teses. 2. Corrida - Teses. 3. Corredores (esporte) - Teses. I. Mello, Marco Túlio de. II. Mello, Andressa da Silva de. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 615.8

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: nº 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

FOLHA DE APROVAÇÃO DE TESE
ALDO COELHO SILVA

A tese intitulada "EFEITO DA PRESSÃO POSITIVA CONTINUA NAS VIAS AÉREAS (CPAP) NAS MEDIDAS DE SONO, DE TREINO, DE RECUPERAÇÃO FÍSICA E DE DESEMPENHO FÍSICO DE CORREDORES DE LONGAS DISTÂNCIAS", de autoria do discente Aldo Coelho Silva, foi defendida em 16 de dezembro de 2020, por meio de videoconferência, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte (PPGCE) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A tese foi submetida à banca examinadora composta pelos professores listados abaixo, tendo sido aprovada por todos os membros da banca.

Prof. Dr. Marco Túlio de Mello (orientador) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Prof. Dr. Dawit Albieiro Pinheiro Gonçalves – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Prof. Dr. Jefferson da Silva Novaes – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Prof. Dra. Lia Rita Azeredo Bittencourt – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Belo Horizonte, 20 de julho de 2021.

PROF. DR. SAMUEL PENNA WANNER
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte



Documento assinado eletronicamente por Samuel Penna Wanner, Coordenador(a) de curso de pós-graduação, em 20/07/2021, às 15:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0847718 e o código CRC 4EEA3921.

AGRADECIMENTOS

À minha família. Especialmente, minha mãe Maria, exemplo de pessoa, mãe, amiga, mulher, tia, irmã, avó. É a melhor pessoa do mundo, junto ao pai dela, meu avô Sebastião, o orgulho de toda família. À Cinira, exemplo de resiliência; aos meus sobrinhos, fontes de alegria; e à Raisa, que aturou minhas mudanças de humor e apoiou incondicionalmente.

Aos meus amigos. Desde os amigos de minha cidade de origem, como o Mauro, passando pelos amigos de Curitiba, como o Piola, e os amigos de Belo Horizonte, como o Samir (freguês). Ouviram reclamações e elogios e sempre dispunham de palavras de incentivo.

Aos companheiros de trabalho, como Ronan, Claudio, Giovanni, Cris e Eduardo. Em especial, ao Sergio, que me acolheu e ajudou a conciliar trabalho e estudo enquanto ele esteve presente.

Ao meu orientador, professor Marco Túlio de Mello, por ter me aceitado no programa e ter paciência e atenção durante todo o curso de pós-graduação.

Ao CEPE e à professora Andressa, por compartilhar discussões e informações que contribuíram para a minha formação. Especialmente aos antigos companheiros João Paulo, Carlos e Diego, e aos novos, como Renato, Adriana e Flávia.

Ao LAFISE, BIOLAB, LAC, FAPEMIG, CAPES, CNPq e CEMSA, pelo apoio logístico e financeiro. Especialmente aos professores Samuel Wanner, Bruno Pena, André Gustavo, Ricardo Fujiwara, Flávia Nerbass, Fabricio Oliveira e Nathalia Resende.

À Universidade Federal de Minas Gerais, pelo ambiente acolhedor e propício para o desenvolvimento humano e científico.

À SEFAM, pela disponibilização dos aparelhos CPAP.

Sem dúvidas, tanto entre familiares e companheiros de trabalho quanto no CEPE, faltaram nomes que deveriam estar presentes. Porém, recebam também meus agradecimentos.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo verificar o efeito da Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas (CPAP) nas medidas de sono, de recuperação física, de treino e de desempenho físico de corredores de longa distância. Foram voluntários do estudo oito homens saudáveis, que completaram um ensaio experimental não-randomizado em duas condições: condição controle (CCON) e condição com CPAP (CCPAP). Na CCPAP, os voluntários utilizavam o CPAP com pressão de 10 cm H₂O durante o sono noturno. Cada condição durou seis dias e teve quatro dias de sessões com coletas de dados no laboratório. Inicialmente, os voluntários realizaram na esteira um teste incremental máximo (TIM), que determinou a velocidade no limiar anaeróbio (vLAN). Dez dias após o TIM, teve início a CCON. Após o término da CCON, os voluntários permaneceram 7 dias com o CPAP para familiarização, e, em seguida, iniciou-se a CCPAP. O sono foi monitorado pela actigrafia nas duas condições. Os voluntários completaram em cada sessão: salto contramovimento (SCM) pré-sessão, corrida até exaustão na vLAN e SCM pós-sessão. A recuperação percebida foi obtida no início de cada sessão, e a percepção de esforço da sessão foi obtida ao final de cada sessão. Além disso, foram calculados a carga interna de treinamento e o delta do salto. A análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas de dois fatores (condição e tempo) comparou as medidas de sono (tempo total de sono, latência, número de despertares e eficiência), de treino (percepção subjetiva do esforço da sessão e carga interna de treino), de recuperação física (recuperação percebida, SCM pré-sessão, SCM pós-sessão e Delta do salto) e de desempenho (tLIM) entre as duas condições. O uso do CPAP não alterou as medidas de sono (tempo total de sono: $F_{1,3} = 0,13$; $p = 0,74$; $\eta^2 = 0,04$; latência: $F_{1,3} = 1,78$; $p = 0,27$; $\eta^2 = 0,37$; número de despertares: $F_{1,3} = 2,56$; $p = 0,20$; $\eta^2 = 0,46$; eficiência: $F_{1,3} = 4,73$; $p = 0,11$; $\eta^2 = 0,61$), de treino (percepção subjetiva de esforço da sessão: $F_{1,6} = 0,90$; $p = 0,77$; $\eta^2 = 0,01$; carga interna de treino: $F_{1,7} = 0,96$; $p = 0,35$; $\eta^2 = 0,12$), recuperação física (recuperação percebida: $F_{1,7} = 2,75$; $p = 0,14$; $\eta^2 = 0,28$; SCM pré-sessão: $F_{1,6} = 3,30$; $p = 0,11$; $\eta^2 = 0,35$; SCM pós-sessão: $F_{1,6} = 0,22$; $p = 0,65$; $\eta^2 = 0,03$; delta do salto: $F_{1,6} = 2,49$; $p = 0,16$; $\eta^2 = 0,29$) e de desempenho físico ($F_{1,7} = 0,02$; $p = 0,88$; $\eta^2 = 0,00$). Dessa forma, os dados do presente estudo sugerem que o uso do CPAP durante o sono noturno não afeta as medidas de sono, de treino, de recuperação física

e de desempenho físico em corredores de longa distância, sem queixa ou distúrbios de sono.

Palavras-chave: Corrida. Pressão contínua positiva. Ventilação mecânica. Treinamento.

ABSTRACT

The present study aimed to verify the effect of Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) on measures of sleep, physical recovery, training, and physical performance of long-distance runners. The participants were eight healthy men who completed a non-randomized experimental trial in two conditions: control condition (CCON) and condition with CPAP (CCPAP). In CCPAP, volunteers used CPAP with a pressure of 10 cm H₂O during night sleep. Each condition lasted six days and had four days of sessions with data collection in the laboratory. Initially, the volunteers performed a maximum incremental test (MIT) on the treadmill, which determined the speed at the anaerobic threshold (ANT_v). Ten days after MIT, CCON started. After the end of CCON, the volunteers spent 7 days with CPAP for familiarization, and then CCPAP started. Sleep was monitored by actigraphy in both conditions. The volunteers completed in each session: pre-session countermovement jump (CMJ), running until exhaustion at ANT_v and post-session CMJ. The perceived recovery was obtained at the beginning of each session, and the perceived exertion of the session was obtained at the end of each session. In addition, the internal training load and the jump delta were calculated. The analysis of variance (ANOVA) with repeated measures of two factors (condition and time) compared the measures of sleep (total sleep time, latency, wake after sleep onset and efficiency), of training (perceived exertion of the session and internal training load) training), physical recovery (perceived recovery, pre-session CMJ, post-session CMJ and jump delta) and performance between the two conditions. The use of CPAP did not alter sleep measures (total sleep time $F_{1,3} = 0,13$; $p = 0,74$; $\eta^2 = 0,04$; latency: $F_{1,3} = 1,78$; $p = 0,27$; $\eta^2 = 0,37$; wake after sleep onset: $F_{1,3} = 2,56$; $p = 0,20$; $\eta^2 = 0,46$; efficiency: $F_{1,3} = 4,73$; $p = 0,11$; $\eta^2 = 0,61$), training (perceived exertion of the session: $F_{1,6} = 0,90$; $p = 0,77$; $\eta^2 = 0,01$; internal training load: $F_{1,7} = 0,96$; $p = 0,35$; $\eta^2 = 0,12$), physical recovery (perceived recovery: $F_{1,7} = 2,75$; $p = 0,14$; $\eta^2 = 0,28$; pre-session CMJ: $F_{1,6} = 3,30$; $p = 0,11$; $\eta^2 = 0,35$; CMJ post-session: $F_{1,6} = 0,22$; $p = 0,65$; $\eta^2 = 0,03$; jump delta: $F_{1,6} = 2,49$; $p = 0,16$; $\eta^2 = 0,29$) and physical performance ($F_{1,7} = 0,02$; $p = 0,88$; $\eta^2 = 0,00$). Thus, the data from the present study suggest that the use of CPAP during night sleep does not affect the measures of sleep, training, physical recovery, and physical performance in long-distance runners, without complaints or sleep disorders.

Keywords: Running. Positive continuous pressure. Mechanical ventilation. Training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Conceitualização da recuperação pós-exercício físico	34
Figura 2 - Delineamento experimental.....	46
Figura 3 - Voluntário durante o TIM	48
Figura 4 - Exemplo de actigrafia de um voluntário	52
Figura 5 - Sequência de ações no salto contramovimento	54
Figura 6 - Voluntário durante o Salto Contramovimento	55
Figura 7 - Voluntário durante o teste incremental máximo	56
Figura 8 - Índices do tempo de uso, do tempo na rampa e do tempo de máscara desligada durante a familiarização e durante a fase experimental.....	61
Figura 9 - Índices de apneia/hiponéia obstrutiva e apneia/hiponéia central durante a familiarização e a fase experimental	63
Figura 10 - Índices de fuga mínima, de fuga média e de tempo acima da fuga limite durante a familiarização e a fase experimental	65
Figura 11 - Índices de tempo de uso, tempo em rampa e tempo de máscara desligada durante a fase experimental	67
Figura 12 - Índices de apneia/hiponéia obstrutiva e apneia/hiponéia central durante a fase experimental	69
Figura 13 - Índices de fuga mínima, de fuga média e de tempo acima da fuga limite durante a fase experimental.....	71
Figura 14 - Percentual do tempo total de sono utilizando o CPAP.....	72
Figura 15 - Medidas de sono sem CPAP e com CPAP	74
Figura 16 - Medidas de treino sem CPAP e com CPAP.....	76
Figura 17 - Medidas de recuperação física sem CPAP e com CPAP	78
Figura 18 - Medida de desempenho físico sem CPAP e com CPAP	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características antropométricas e fisiológicas dos voluntários (n=8)	59
------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS

AASM	American Academy of Sleep Medicine
ATP	Adenosina trifosfato
CAE	Ciclo alongamento-encurtamento
CCON	Condição controle
CCPAP	Condição com Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas
CK	Creatina quinase
CM	Centímetros
CM H ₂ O	Centímetros de água
CPAP	<i>Continuous positive air pressure</i>
CT	Capacidade de trabalho
EST	Estatua
GABA	Ácido gama-aminobutírico
ICSD	International Classification of Sleep Disorders
IMC	Índice de Massa Corporal
LAN	Limiar anaeróbio
LDH	Lactato desidrogenase
KG	Quilogramas
KM	Quilômetros
MC	Massa corporal
mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹	Mililitros por quilogramas por minuto
NSQ	Núcleo supraquiasmático
η_p^2	Eta quadrado parcial
PEEP	Pressão positiva expiratória final
PSE-s	Percepção subjetiva do esforço da sessão
PSQI	Índice de qualidade de sono de Pittsburgh
PTM	Pico de torque máximo
REM	<i>Rapid eyes movement</i>
SAOS	Síndrome da apneia obstrutiva do sono
SCM	Salto contramovimento
tLIM	Tempo limite até exaustão
TST	Tempo total de sono
U. A.	Unidade arbitrária

VE/VO_2	Ventilação por minuto/consumo de oxigênio
VE/VCO_2	Ventilação por minuto/produção de dióxido de carbono
vLAN	Velocidade no limiar anaeróbio
VLPO	Núcleo pré-óptico ventrolateral
VO_2	Consumo de oxigênio
VO_{2pico}	Consumo máximo de pico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivo geral	18
1.2 Objetivo específico	18
1.3 Hipóteses.....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas.....	20
2.1.1 Efeitos fisiológicos	20
2.1.2 Tipos de aparelhos	21
2.1.3 Aderência ao CPAP	22
2.1.4 CPAP e exercício físico.....	22
2.2 O sono.....	23
2.2.1 Ciclo vigília-sono e ritmo circadiano.....	26
2.2.2 O sono e o atleta	27
2.3 Treinamento físico.....	31
2.3.1 Medidas de treino	32
2.3.1.1 Percepção subjetiva de esforço da sessão.....	32
2.3.2 Processo de recuperação após o exercício físico	33
2.3.2.1 Medidas de recuperação.....	38
2.3.2.1.1 <i>Total Quality Recovery Scale</i> - TQR.....	38
2.3.2.1.2 Salto contramovimento	40
3 METODOLOGIA	44
3.1 Amostra.....	44
3.2 Procedimentos	44
3.3 Avaliações	47
3.3.1 Avaliação antropométrica.....	47
3.3.2 Avaliação do pico de consumo de oxigênio e da velocidade no limiar anaeróbio.....	47
3.4 Questionários.....	48
3.4.1 Questionário de Pittsburgh.....	48
3.4.2 Questionário de Berlim.....	49

3. 5 Condição com CPAP (CCPAP).....	49
3. 5. 1 Índices de uso do CPAP	50
3. 6 Medidas de sono	50
3. 7 Medidas de treino	52
3. 8 Medidas de recuperação física	52
3. 8. 1 Recuperação percebida	53
3. 8. 2 Salto contramovimento.....	53
3. 9 Medida de desempenho físico	55
3. 10 Análise dos dados.....	56
4 RESULTADOS.....	59
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	80
6 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS.....	85
ANEXOS	102

1 INTRODUÇÃO

Com a prática do exercício físico, ocorrem alterações no organismo que levam à quebra da homeostasia, e, cronicamente, essas alterações podem promover o aprimoramento das capacidades físicas (BISHOP; JONES; WOODS, 2008). Para a otimização do efeito do treinamento, deve ser considerado o equilíbrio entre a carga de treino e o processo de recuperação (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). Após a prática do exercício físico, pode ocorrer edema local nos músculos mais recrutados durante a atividade (FLECKENSTEIN *et al.*, 1988). Esse edema pode ser decorrente do aumento da permeabilidade da membrana dos pequenos vasos que circundam as fibras musculares (SMITH, 1991) ou do extravasamento de fluido intracelular para o meio intersticial (FUJIKAKE; HART; NOSAKA, 2009). Esse acúmulo de fluido pode levar a um ambiente de hipóxia dentro da célula muscular, devido ao aumento na distância da difusão de capilares para alguns vasos e ao aumento na pressão intersticial em torno dos capilares devido ao acúmulo de fluido extracelular (KNIGHTON, 1994). Consequentemente, pode existir uma redução na produção de energia aeróbia, e, devido à alta necessidade local para utilizar energia, pode ocorrer uma redução na capacidade de reparação do tecido. Além disso, durante hipóxia, há uma redução na capacidade de ativação de células satélites, o que pode reduzir a capacidade de remodelação da célula que sofreu danos estruturais decorrente da prática de exercício físico (TIIDUS, 2015). Sendo assim, o efeito residual do exercício físico pode reduzir a capacidade de treino e de desempenho do atleta, tornando imprescindível o conhecimento dos fatores intervenientes ao período de recuperação do atleta.

O sono é indispensável para ótima saúde, desempenho e recuperação de atletas, de modo que treinadores, equipe de suporte e atletas reconhecem a sua importância para o sucesso esportivo (HALSON, 2013). Os atletas de maneira geral apresentam má qualidade de sono e baixa quantidade de sono, como observado recentemente por Silva *et al.* (2019), que descreveram uma média de 5 horas de sono por noite durante o período de preparação para os Jogos Olímpicos Rio 2016. Além da baixa quantidade de sono, atletas frequentemente apresentam alta recorrência de queixas de sono (ERLACHER *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2019). Recentemente, Hauswirth *et al.* (2014) verificaram que a carga de treino elevada pode piorar o padrão de sono em atletas. Nesse estudo, 27 atletas foram submetidos a três fases

de treinamento. A primeira fase foi com carga de treino moderada para todos os atletas, com duração de uma semana. Na segunda fase, 09 atletas permaneceram no grupo com carga de treino normal e 18 atletas no grupo com carga de treino elevada, com duração de três semanas. Na terceira fase, todos os atletas foram submetidos a duas semanas de polimento. Durante a segunda fase, dos 18 atletas com carga de treino elevada, 09 atletas apresentaram *overreaching* funcional e declínio na duração do sono ($-7,9\% \pm 6,7\%$), na eficiência do sono ($-1,6\% \pm 0,7\%$) e no tempo imóvel ($-7,6\% \pm 6,6\%$), que foram reversíveis na fase de polimento. Devido aos processos anabólicos, à consolidação da memória e aos ajustes no sistema imunológico que ocorrem durante o sono, alterações negativas no sono podem ocasionar efeitos nocivos à saúde do indivíduo, o que, como consequência, afeta o desempenho (DATTILO *et al.*, 2011). Considerando os importantes processos restauradores e adaptativos que ocorrem durante o sono, torna-se importante a aplicação de estratégias que ajam de forma sinérgica a essa fase, visando a acelerar o processo de recuperação.

Nessa perspectiva, a Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas (CPAP) pode ser utilizada como um método de recuperação, uma vez que é uma forma de ventilação não-invasiva, ao fornecer ar mecanicamente para o organismo (AMBROSINO; STRAMBI, 2004). Artifício frequente no tratamento da Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS), a utilização do CPAP pode reduzir o trabalho respiratório e o consumo de oxigênio no miocárdio e minimizar volumes ventriculares, além de aumentar o débito cardíaco. Contudo, cada alteração descrita anteriormente pode ser dependente do funcionamento do sistema cardiorrespiratório do sujeito.

Em um estudo de mestrado realizado na Universidade Federal de São Paulo por Pantiga JR (2016), 12 atletas de corrida de rua sem distúrbios de sono foram monitorados durante dois períodos de treinamento físico, de modo que, em um período, houve utilização do CPAP durante o sono noturno, enquanto o outro período ocorreu sem a utilização do CPAP. Os atletas foram submetidos a exames de polissonografia e sangue no período basal e em cada período de treinamento. No que se refere aos parâmetros de sono, houve uma redução na latência para o início do sono REM (*Rapid Eyes Movement*) em comparação ao período basal, após o período com utilização do CPAP. Além disso, posteriormente ao período com utilização do CPAP, valores menores da enzima aldolase, relacionada ao dano muscular, e de leucócitos, foram observados. O estudo também apresentou que os corredores

tiveram melhor desempenho físico durante o período com utilização do CPAP. De fato, o estudo apresenta que o CPAP pode ser utilizado como instrumento para melhora da recuperação e do desempenho de atletas. Contudo, algumas questões devem ser consideradas. Por exemplo, o estudo não controlou a carga de treino dos atletas durante os dois períodos de treinamento. Dessa forma, a alteração nos parâmetros de recuperação e desempenho pode ser decorrente do planejamento do programa de treinamento. Outro fato importante é que o estudo não apresentou o padrão de sono diário e informações relacionadas à utilização do CPAP. Além disso, o estudo não considerou a variação individual que pode existir em diferentes respostas fisiológicas e de desempenho. Por fim, esta pesquisa também não considerou o efeito residual que ocorre após a prática do exercício físico, fato que pode impactar a subsequente sessão de treinamento.

Nesse sentido, a utilização de uma estratégia que possa manter uma oferta adequada de oxigênio durante o período de recuperação pode auxiliar na necessidade celular de oxigenação para a reparação tecidual. Soma-se a isso, o fato de o sangue hiperoxigenado reduzir a entrada de sangue sem diminuir a oferta de oxigênio, levando a um efeito vasoconstritor, o que pode reduzir o edema e levar a uma redução da pressão hidrostática intravascular, ocasionando um gradiente de pressão adequado para a mobilidade dos fluidos do espaço intersticial de volta aos capilares (MEKJAVIC *et al.*, 2000). Embora sejam descritos na literatura muitos trabalhos que comprovem os benefícios da utilização do CPAP para pacientes em tratamento da Síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS), não há um robusto corpo de evidências que descrevam a utilização do CPAP em indivíduos sem apneia no campo do exercício físico.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral do estudo foi verificar o efeito do CPAP nas medidas de sono, de treino, de recuperação física e de desempenho físico de corredores de longa distância sem distúrbios e queixas de sono.

1.2 Objetivo específico

- Verificar se existe diferença nos índices de uso do CPAP entre a familiarização e a fase experimental;
- Verificar se existe diferença diária nos índices de uso do CPAP durante a fase experimental;
- Verificar o efeito da utilização do CPAP nas medidas de sono (tempo total de sono, latência, número de despertares e eficiência);
- Verificar o efeito da utilização do CPAP nas medidas de treino (percepção subjetiva de esforço da sessão e carga interna de treino);
- Verificar o efeito da utilização do CPAP nas medidas de recuperação física (recuperação percebida, altura do salto pré-sessão, altura do salto pós-sessão, delta do salto);
- Verificar o efeito da utilização do CPAP no desempenho físico.

1.3 Hipóteses

H0- Não haverá melhora nas medidas de sono, de treino, de recuperação física e de desempenho físico dos corredores de longa distância com o uso do CPAP.

H1- Haverá melhora nas medidas de sono, de treino, de recuperação física e de desempenho físico dos corredores de longa distância com o uso do CPAP

2 REVISÃO DE LITERATURA

2. 1 Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas

Continuous positive airway pressure/ Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas (CPAP) pode ser compreendido como a manutenção de uma pressão positiva, acima da pressão atmosférica, nas vias aéreas ao longo de todo ciclo respiratório. Inicialmente, foi utilizado para o tratamento do edema agudo pulmonar (POULTON, 1936). Posteriormente, Gregory *et al.* (1971) inovaram com uma técnica clínica não invasiva no tratamento da síndrome da angústia respiratória do recém-nascido, além de serem pioneiros no uso do termo *Continuous Positive Airway Pressure*. Ademais, Sullivan *et al.* (1981) pioneiramente descreveram a utilização do CPAP no tratamento da síndrome da apneia obstrutiva do sono, terapia que se tornou popularmente e amplamente utilizada para indivíduos nessa condição desde então. A pressão emitida com CPAP seria aplicada na faringe posterior, levando a língua e o palato mole para o plano anterior, realizando a manutenção constante da via aérea superior.

Além do uso na síndrome da apneia obstrutiva do sono, a utilização de CPAP frequentemente é vista em outras situações, como no tratamento emergencial de edema agudo pulmonar cardiogênico (BERSTEN *et al.*, 1991), na melhora da função cardíaca em pacientes com insuficiência cardíaca e coexistência de apneia obstrutiva do sono ou da respiração Cheyne-strokes (TAKASAKI *et al.*, 1989). Em uma revisão com meta-análise, IFTIKHAR *et al.* (2017) identificaram que o CPAP é o tratamento mais eficaz para apneia do sono e para aumentar a saturação de oxigênio durante o sono.

2. 1. 1 Efeitos fisiológicos

Efeitos fisiológicos no sistema respiratório da utilização de CPAP estão bem documentados na literatura, como aumento da capacidade vital (LINDNER; LOTZ; AHNEFELD, 1987), redução da taxa respiratória (PUTENSEN *et al.*, 1993), redução da ventilação minuto e aumento na capacidade residual funcional (STOCK *et al.*, 1985). O aumento da capacidade residual funcional está ligado ao aumento na complacência pulmonar e na redução do trabalho respiratório. A maior capacidade residual funcional está ligada ao aumento progressivo no volume alveolar pulmonar com a elevação da pressão positiva expiratória final (PEEP) (KATZ *et al.*, 1981) e no

volume pulmonar, além de estar relacionada à histerese volume/pressão e ao aumento na pressão transpulmonar no final da expiração, favorecendo o recrutamento do alvéolo colapsado (LUM; HUANG; MITZNER, 1990). Na insuficiência cardíaca, a utilização de CPAP diminui o trabalho respiratório, ademais o aumento na pressão intratorácica força os fluidos do alvéolo e do espaço intersticial, os quais voltam à circulação pulmonar, levando a uma melhora na taxa de ventilação/perfusão e à melhor troca gasosa (KAYE; MANSFIELD; NAUGHTON, 2004).

Além de alterações no sistema respiratório, a utilização de CPAP pode apresentar efeitos hemodinâmicos, tanto no lado direito quanto no lado esquerdo do coração. A pressão positiva pode diminuir a pré-carga no ventrículo direito pela redução do retorno venoso, assim como aumentar a pós-carga no ventrículo direito, devido à maior resistência vascular pulmonar, o que dificulta a ejeção de sangue e leva a menor débito cardíaco (LUECKE; PELOSI, 2005). Ao contrário do efeito no ventrículo direito, a PEEP diminui a pós-carga no ventrículo esquerdo devido à redução da pressão transmural. Como consequência da redução do débito cardíaco do lado direito, há menor enchimento no ventrículo esquerdo, algo que leva à menor pré-carga. A redução no retorno venoso, ocasionada pelo aumento da pressão intratorácica, pode levar à redução no débito cardíaco, o que ocasionaria a menor perfusão e disponibilidade de oxigênio aos tecidos. Por fim, a alteração no débito cardíaco causaria a queda na pressão arterial. Esse fato é exacerbado em pessoas com hipovolemia (UPADHYAY; DEORARI, 2004). Todos esses efeitos da utilização de CPAP são dependentes do atual estado do sujeito no que se refere às condições fisiológicas do sistema cardiorrespiratório.

2. 1. 2 Tipos de aparelhos

O aparelho consiste em elementos, como o aparelho do CPAP, o qual cria o gradiente de pressão, e a tubulação, que transmite a pressão emitida pelo aparelho para a máscara na qual o sujeito está conectado. A máscara pode cobrir apenas o nariz, conhecida como máscara nasal ou intranasal, cobrindo boca e nariz, conhecida como oronasal, ou cobrindo todo o rosto, conhecida como total face (VIRK; KOTECHA, 2016). Existem diferentes tipos de aparelhos disponíveis no mercado que emitem pressão positiva contínua nas vias aéreas. Algumas características dos aparelhos são importantes, como: fluxo gerador ou a fonte de ar, alta capacidade de fluxo, manômetro em circuito, válvula ou aparelho que eleva a pressão expiratória

final, tipos de máscaras (DENEHY; BERNEY, 2001). Além disso, nas últimas décadas, houve um aumento nas características incorporadas aos aparelhos, como a inclusão de rampas, a compensação automática de vazamentos e a umidificação e, ainda, a sofisticação de máscaras (GARVEY; MCNICHOLAS, 2010).

2. 1. 3 Aderência ao CPAP

A aderência adequada à utilização do CPAP tem sido descrita com a utilização do aparelho por ≥ 4 horas por $\geq 70\%$ das noites durante um período de 30 dias consecutivos. Contudo, esses limiares são arbitrários, e alguns indivíduos podem se beneficiar do uso do aparelho abaixo desses valores, e outros indivíduos podem apresentar respostas negativas ao uso em valores acima desse limiar (SCHWAB *et al.*, 2013). Diferentes fatores podem interferir na aderência à utilização do CPAP, como: características sócio demográficas (raça/etnia, idade, sexo), fatores psicossociais (valor da saúde, autoeficácia, suporte social, matrimônio), efeitos colaterais (nariz e boca secos, vazamento na máscara, congestão nasal, vazamento pela boca). No entanto, algumas estratégias podem ser utilizadas para melhorar a aderência à utilização do CPAP, como intervenções educacionais, uso de informação e tecnologia e terapia comportamental (MEHRTASH; BAKKER; AYAS, 2019).

2. 1. 4 CPAP e exercício físico

A utilização do CPAP em indivíduos acometidos por doenças que afetam o sistema respiratório apresenta resultados positivos na prática do exercício físico. Por exemplo, em indivíduos com fibrose cística e doença pulmonar obstrutiva crônica, a utilização do CPAP durante o exercício físico melhora a oxigenação, reduz o trabalho respiratório e a pós-carga ventricular esquerda, além de aumentar a tolerância ao exercício físico (AMBROSINO; STRAMBI, 2004). No entanto, mesmo conhecendo as alterações no sistema cardiorrespiratório que foram descritas anteriormente, poucos estudos observaram o efeito da utilização do CPAP em indivíduos saudáveis ao realizarem exercício físico.

Em um dos mais importantes estudos sobre utilização do CPAP em indivíduos saudáveis, Gherini; Peters e Virgilio (1979) verificaram o efeito de PEEP e do CPAP com diferentes níveis de pressão nas respostas ventilatórias. Os autores observaram um aumento linear no trabalho respiratório e nas pressões de PEEP aplicadas (5, 10, 15 e 20 centímetros de água - cm H₂O). Por outro lado, com a utilização do CPAP com

pressões de 10, 15 e 20 cm H₂O, houve uma redução de até 45% no trabalho respiratório. Além disso, a utilização do CPAP elevou a capacidade residual funcional dos sujeitos, fato não observado utilizando apenas a PEEP. Os autores afirmam que a utilização de uma pressão constante com o CPAP levará a um ótimo suporte ventilatório.

No estudo de Vroman *et al.* (1985), 5 indivíduos saudáveis foram submetidos a 20 minutos no ciclo ergômetro supinado e sentado, com intensidade de 50% do consumo máximo de oxigênio. O ambiente proposto tinha 30° Celsius, e foram utilizadas duas condições, uma com a utilização do CPAP em uma pressão de 10 cm H₂O e outra sem a utilização do CPAP. Após o período sentado, os autores observaram um aumento na temperatura esofágica, assim como uma redução no fluxo sanguíneo no antebraço no final do exercício físico na condição experimental. O estudo apresentou apenas informações sobre as respostas termorregulatórias, sem apresentar dados sobre respostas ventilatórias e perceptuais.

De Sant'anna; Moreno e Soares (2013) observaram o efeito do CPAP no tempo de fadiga, na percepção subjetiva de esforço e nas respostas cardiovasculares durante exercício físico sustentado a 80% do consumo máximo de oxigênio. Todos os 11 voluntários eram saudáveis, não apresentavam problemas cardiorrespiratórios e foram divididos em duas condições: uma utilizando o CPAP e outra sem o CPAP. Os autores observaram um aumento no tempo até exaustão na condição experimental, sem diferença nas respostas cardiovasculares entre as condições. Outro achado importante foi uma menor percepção de esforço na condição experimental, contudo a percepção de esforço no grupo experimental alcançou valores similares à condição controle nos momentos finais do exercício físico.

2.2 O sono

O sono é considerado um processo biológico complexo, intercalado com períodos de vigília. O período de sono apresenta dois estágios – sono nREM, *non-Rapid Eyes Movement*, e sono REM, *Rapid Eyes Movement* (movimento rápido dos olhos) –, que se alternam durante a noite normal de sono. Essa alternância é denominada ciclo de sono (KRYGER; ROTH; DEMENT, 2016). O sono começa com o sono nREM, inicialmente progredindo com as fases 1, 2 e 3 de sono nREM, seguido pelo sono REM. No que se refere ao sono nREM, as fases 1 e 2 são conhecidas como sono superficial, e a fase 3 é conhecida como sono profundo (MARTINS; DE MELLO;

TUFIK, 2001; ASERINSKY; KLEITMAN, 2003). Durante essas fases do sono, ocorre lentificação das ondas cerebrais (sincronização cortical), relaxamento muscular, diminuição do ritmo cardíaco e frequência respiratória (ASERINSKY; KLEITMAN, 2003). Por outro lado, o sono REM apresenta movimentos rápidos dos olhos, atividade cortical dessincronizada, hipotonia muscular, alterações hemodinâmicas e ventilatórias (SADEH, 2011).

Após iniciar o sono, decorre um tempo aproximado de 70 a 120 minutos para o primeiro registro do sono REM, que apresenta curta duração no início da noite de sono. Em uma noite normal de sono, a primeira parte dela é composta, em maior parte, por sono nREM, e a segunda parte, por sono REM. De uma forma geral, em valores aproximados, a fase 1 do sono nREM representa 5% do tempo total do sono, a fase 2 ocupa entre 45 a 55%, a fase 3 abrange 25% e o sono REM ocupa 20 a 25% do tempo total de sono (KRYGER; ROTH; DEMENT, 2016). Durante a noite de sono, ocorrem entre quatro e seis ciclos de sono, com duração aproximada de 80 a 100 minutos por ciclo. Esses valores são aproximados, com alguns fatores, como a idade, afetando as proporções (COPENHAVER; DIAMOND, 2017).

O estilo de vida agitado e a modernização da sociedade têm ocasionado nas recentes décadas, alterações no ciclo vigília-sono. Comportamentos e ações decorrentes da sociedade moderna como interações sociais, exposições à luz artificial, uso de celular, computador e televisão, assim como pressões econômicas têm levado à redução na quantidade de tempo gasto dormindo (YANIV, 2004). Esse fato é observado com a redução do tempo de sono, o acúmulo de débito de sono durante a semana, e a compensação desse débito no final de semana com ampliação do período de sono (YANG *et al.*, 2015). Somada à redução do tempo gasto dormindo, há uma tendência para o aumento da prevalência de distúrbios de sono na população. Por exemplo, ao analisar a tendência da prevalência de hábitos e queixas de sono dos habitantes de São Paulo, houve maior dificuldade para iniciar e manter o sono e para realizar o despertar precoce (SANTOS-SILVA *et al.*, 2010). A recorrência nos casos de distúrbios de sono ocasiona um impacto na economia, decorrente do elevado custo nos gastos públicos para o tratamento desses distúrbios e do sono insuficiente (HAFNER *et al.*, 2017; HILLMAN *et al.*, 2018).

A *American Academy of Sleep Medicine* (AASM) (Academia Americana de Medicina do Sono) introduziu a Classificação Internacional de Distúrbios de Sono (ICSD), que foi aceita amplamente como ferramenta para prática clínica e pesquisa

na medicina do sono. Essa classificação utiliza combinações de vários critérios, baseando-se em sintomas dominantes, critérios fisiopatológicos e em entidades clínicas.

Os principais distúrbios do sono são classificados em oito grupos principais: insônia, distúrbios respiratórios relacionados ao sono, hipersônias de origem central não associadas a distúrbios do ritmo circadiano, distúrbios do ritmo circadiano, parassônias, manifestações motoras noturnas, sintomas noturnos isolados e outros distúrbios de sono (AASM, 2005). A maioria dos distúrbios de sono levam à privação do sono e expressam um intenso estresse com consequências fisiológicas deletérias, que, em modelos animais de maneira crônica, levam à morte. Além desses fatores, têm sido identificadas associações entre os distúrbios de sono com alterações metabólicas, cardiovasculares e comportamentais (DALEY *et al.*, 2009).

Estudos epidemiológicos sobre distúrbios de sono focam na prevalência de um tipo de distúrbio ou em um tipo específico da população (COREN, 1994). Somado a esse aspecto, um dos problemas de pesquisas epidemiológicas são os critérios utilizados para definições das doenças, assim como as diferentes metodologias aplicadas, resultando em alta amplitude nas taxas de prevalência. A maior parte das pesquisas na área de sono utiliza, em geral, questionários para avaliar e diagnosticar o sono (ROTH; DRAKE, 2004). Esses instrumentos fornecem informação subjetiva nos componentes do sono, como tempo para dormir, número de despertares durante a noite, profundidade do sono, dificuldade em dormir, entre outros. Um dos instrumentos mais utilizados para análise da qualidade de sono é o Questionário de Pittsburgh (BUYSSSE *et al.*, 1989). Esse questionário avalia de maneira subjetiva a qualidade do sono, a latência de sono, a duração de sono, a eficiência habitual de sono, os distúrbios de sono, o uso de medicamento e as disfunções ao longo do dia.

Dentre os diversos distúrbios do sono, a insônia e a síndrome da apneia obstrutiva do sono têm sido as mais relatadas, com 30 a 40% da população adulta atestando um ou mais sintomas de insônia (ROTH; DRAKE, 2004). De acordo com ICSD, insônia pode ser decorrente da dificuldade em adormecer (insônia inicial), ocorrência de despertares noturnos com dificuldade para retornar a dormir (insônia de manutenção do sono), despertar precoce (insônia de despertar) sono não restaurativo, ou ainda a combinação desses tipos. Esse distúrbio tende a ser maior em mulheres, com pouca diferença entre populações, e com variações na faixa etária e na classe social. A insônia pode ser associada com sensação de inquietação, irritabilidade,

fadiga, cansaço, e comprometimento das funções sociais e ocupacionais. Outro distúrbio relatado é a SAOS. A SAOS é uma doença crônica caracterizada por repetitivos episódios de queda e/ou interrupção completa no fluxo de ar nas vias aéreas superiores (hipopnéia e apneia, respectivamente). Essas alterações são decorrentes de uma obstrução completa ou parcial na faringe, acarretando ocasionalmente em dessaturação de oxigênio e microdespertares do sono. A prevalência desse distúrbio depende de fatores como sexo, faixa etária, perfil socioeconômico e índice de massa corporal. Tufik *et al.* (2010) encontraram prevalência de apneia do sono de 40,6 e 26,1% para homens e mulheres, respectivamente. A SAOS pode ser associada com hiperssonolência, diminuição da capacidade cognitiva e mnésica (AASM, 2005).

2. 2. 1 Ciclo vigília-sono e ritmo circadiano

O controle da regulação do ciclo vigília-sono ocorre por dois processos biológicos denominados de processo homeostático (S) e processo circadiano (C), que determinam o momento de início e o de final do sono (GOEL, 2017). O processo S, é caracterizado por propensão ao sono que aumenta durante a vigília e diminui como uma exponencial durante o sono (recuperação do sono). Isso ocorre pelo acúmulo de adenosina no prosencéfalo basal no estado de vigília devido à hidrólise da adenosina trifosfato (ATP), decorrente da elevada atividade metabólica dos neurônios durante o período de vigília (PORKKA-HEISKANEN; STRECKER; MCCARLEY, 2000).

O processo C é referente ao ritmo biológico endógeno de aproximadamente 24 horas, no qual a vigília ocorre na fase clara, e o sono, durante a fase escura do dia. A sincronidade biológica interna com as fases clara e escura ocorre principalmente pela exposição à luz, mas pode ser afetada por outros fatores, como exemplo, a atividade física (LU; ZEE, 2006). O ritmo circadiano pode ser alterado, ou seja, ser dessincronizado por fatores como interrupção ou aumento na exposição à luz, viagens que alteram o fuso horário, entre outros (HASLER; SOEHNER; CLARK, 2015). Tal dessincronia circadiana compromete a função fisiológica dos tecidos e, como consequência, pode provocar problema de saúde (HASLER; SOEHNER; CLARK, 2015).

O funcionamento adequado do ciclo vigília-sono envolve a ativação de diferentes neurotransmissores ao longo do dia. Durante o estado de vigília e o de sono REM, estruturas colinérgicas como os núcleos pedunculopontino e tegmentar são

mais ativas do que no estágio de sono nREM. Soma-se a isso, o fato de os núcleos monoaminérgicos do lócus coeruleus e os núcleos da rafe projetarem-se para o córtex, promovendo mais transmissão colinérgica que chega ao tálamo. Concomitantemente, intercorre estimulação de neurônios do hipotálamo lateral, compostor por orexina e do prosencéfalo basal, que contém ácido gama-aminobutírico (GABA), inibindo o núcleo pré-óptico ventrolateral (VLPO), de modo a contribuir para a manutenção da vigília. Dessa forma, a ação conjunta entre os sistemas monoaminérgico, GABAérgico e orexinérgico ocorre simultaneamente para promover a vigília e inibir o sono (SAPER; SCAMMELL; LU, 2005; STENBERG, 2007; SCHWARTZ; ROTH, 2008).

Quando ocorre a mudança da vigília para o sono, os neurônios do VLPO são ativados com maior frequência. Esses neurônios inibitórios, o GABA e a galanina, impedem a excitação tálamo-cortical e o estado de vigília. Assim, durante o sono, especialmente no sono nREM, neurônios monoaminérgicos e colinérgicos são inibidos levando ao padrão de sincronização cortical. No decorrer do sono nREM, os neurônios reticulares da ponte são ativados e desencadeiam a redução gradual da neurotransmissão monoaminérgica, começando o estado de sono REM. No sono REM, há ativação colinérgica, de modo a resultar em dessincronização cortical (SAPER; SCAMMELL; LU, 2005; STENBERG, 2007; SCHWARTZ; ROTH, 2008).

Durante o estado de vigília, há necessidade energética para o funcionamento correto de diferentes sistemas fisiológicos, com isso ocorre uma redução na quantidade de ATP e um aumento na quantidade de adenosina. A adenosina pode excitar o VLPO através dos seus receptores do tipo A₁ (SAPER; SCAMMELL; LU, 2005). Na fase escura do ciclo claro-escuro, por sua vez, as células fotossensíveis da retina diminuem a frequência de disparos para o núcleo supraquiasmático (NSQ). Os neurônios dessa região comunicam-se com a VLPO, estimulando o início da transição para o sono. O NSQ, com neurônios projetados até a glândula pineal, promove o aumento da secreção de melatonina, o qual contribui para o estado de sono.

2. 2. 2 O sono e o atleta

No que se refere à população de atletas, o sono tem um efeito reparador na redução da fadiga e na restauração dos níveis de energia (TAYLOR; ROGERS; DRIVER, 1997). Conseqüentemente, o corpo do atleta se torna preparado tanto para o treinamento, quanto para a competição. Soma-se a isso também o fato de o sono

proporcionar atividades cognitivas e capacidade de decisões ótimas, contribuindo para um estado mental excelente para o atleta (JULIFF; PEIFFER; HALSON, 2018). Para que este obtenha os resultados esperados do treinamento, recuperando-se para a sessão seguinte e aumentando o desempenho, o sono deve ser restaurador, atingindo uma quantidade suficiente de horas de sono por noite (FULLAGAR *et al.*, 2016). A *National Sleep Foundation* recomenda que a maioria dos indivíduos adultos saudáveis atinja de 7 a 9 horas de sono por noite, com diferentes recomendações de acordo com a faixa etária (HIRSHKOWITZ, MAX *et al.*, 2015). O último consenso da *American Academy of Sleep Medicine* recomenda que adultos deveriam dormir pelo menos 7 horas de sono por noite e que um período acima de 9 horas de sono pode ser benéfico em algumas situações (WATSON *et al.*, 2015). Enquanto não há um consenso sobre a quantidade ideal de sono por noite para atletas, principalmente em período competitivo (KIRSCHEN; JONES; HALE, 2018), tem sido sugerido uma quantidade de sono por noite superior ao recomendado para não-atletas (SIMPSON; GIBBS; MATHESON, 2017).

Mesmo considerando os fatores citados anteriormente, que justificam a importância do sono para o organismo, atletas podem não atingir a quantidade ideal de horas de sono recomendada ao longo do calendário esportivo. Por exemplo, durante o ciclo olímpico dos jogos RIO 2016, Silva *et al.* (2019), observaram um tempo total de sono de aproximadamente 5 horas e 30 minutos em atletas olímpicos do Brasil. Durante a pré-temporada, o atleta está exposto a maiores intensidade e volume de treinamento, quando comparado ao período de competição (GABBETT; JENKINS, 2011). Na fase de treinamento, a organização das sessões de treinamento pode afetar negativamente o sono, com sessões realizadas antes/até as 7 horas da manhã, provocando maior redução no tempo total de sono (KÖLLING *et al.*, 2016). Já na fase competitiva, a noite anterior ao dia da competição pode afetar o padrão de sono devido a ansiedade ou pensamentos na competição (ERLACHER *et al.*, 2011; JULIFF; PEIFFER; HALSON, 2018). No dia da competição, atletas raramente atingem as recomendações para obter um sono restaurador em adultos saudáveis. Esse fato ocorre devido ao atraso no horário de dormir, que pode ser explicado pelo aumento do cortisol circulante, da temperatura corporal e da dor muscular. Além da redução no desempenho esportivo, a perda de sono também está associada com maior incidência de lesões musculoesqueléticas (SILVA *et al.*, 2019).

Todavia, a quantidade e a qualidade do sono podem influenciar o desempenho esportivo (DAVENNE, 2009). De forma negativa, reduções no tempo de sono ou privação de sono apresentam um efeito negativo no desempenho de atletas de elite, através de alterações fisiológicas e psicológicas, o que comprometeria a carreira do atleta. Uma noite de sono não restaurador em atletas é associada com diminuição no tempo de reação e com declínio no processo cognitivo, sobretudo determinação e humor (FULLAGAR *et al.*, 2015). Além disso, alterações negativas no padrão de sono podem levar a reduções nas funções do sistema imune e aumentar a atividade de vias degradativas, com redução na atividade de vias ligadas à síntese proteica no tecido muscular estriado esquelético (DATTILO *et al.*, 2011). Por outro lado, o sono, quando ocorre da maneira devida, apresenta importantes melhorias em funções fisiológicas e neurológicas, como fixação da aprendizagem, boa memória e cognição plena, o que reforça a importância do sono na aquisição de habilidades motoras (WALKER; STICKGOLD, 2006). Além disso, aumento na quantidade de sono ou de cochilos durante o dia parece elevar o desempenho em algumas atividades. Somado a essas considerações, parece haver um consenso de que atletas necessitam de mais tempo de sono do que indivíduos sedentários (DAVENNE, 2009).

Apesar dessa importância do sono no processo de recuperação, as pesquisas ligadas à recuperação física têm investigado métodos e/ou recursos nutricionais que acelerem o processo de recuperação de uma forma geral, negligenciando os fatores inerentes ao sono, como quantidade e qualidade (LEEDER *et al.*, 2012). Por outro lado, há um crescente número de evidências apresentando que atletas não atingem as horas necessárias para um sono restaurador (SARGENT; HALSON; ROACH, 2014). Soma-se a isso o fato que alguns estudos encontraram atletas que apresentaram sintomas de apneia, sonolência durante o dia e eram maus dormidores. Por exemplo, Leeder *et al.* (2012) verificaram que a média de sono de atletas de elite foi de 8 horas e 36 minutos, durante período de competição. Além disso, os atletas gastaram maior tempo acordados na cama, apresentaram maior latência e fragmentação de sono e menor eficiência de sono, em comparação a indivíduos saudáveis não atletas. Adicionalmente, os autores verificaram diferença entre homens e mulheres na eficiência do sono, com mulheres apresentando maior eficiência do sono.

Apenas recentemente os pesquisadores começaram a dedicar atenção no sono do atleta (LASTELLA; MEMON; VINCENT, 2020). Até o momento, não se sabe se a

alteração no padrão de sono do atleta é decorrente da modalidade, do estilo de vida do atleta ou se do estilo de vida socialmente imposto (HALSON, 2013). Dentre os fatores relacionados à vida do atleta, o dia do treinamento parece contribuir para essa alteração. Sargent *et al.* (2014) observaram média de 6 horas e 30 minutos de sono por noite, com média de tempo gasto na cama de 8 horas e 18 minutos em dia de treino. Os autores também observaram que os atletas dispendiam menos tempo na cama e menos tempo dormindo nas noites anteriores às sessões de treinamento em comparação às noites anteriores aos dias de descanso. Além disso, foi observado que, nos dias em que a sessão de treinamento ocorria entre as 5 e as 6 horas da manhã, a média de sono foi reduzida para menos que 5 horas por noite. Atrelado a essas alterações, treinamento em horários entre as 5 e as 6 da manhã acarretou piora na eficiência e no tempo total de sono (SARGENT *et al.*, 2014).

Outro ponto importante no sono dos atletas é o dia da competição. Um número restrito de estudos avaliou o sono de atletas no dia da competição. Em um dos poucos estudos que observaram a presença de queixas de sono em atletas de elite, Juliff; Halson e Peiffer (2015) relataram que 64% dos atletas descreveram uma piora do sono pelo menos uma vez em noites precedentes a competições ao longo da última temporada. Além disso, 82,1% dos atletas relataram dificuldades para dormir, como principais causas relatadas para isso estão o pensamento sobre a competição (83,5%) e o nervosismo (43,8%). Há de se considerar também o horário em que a competição é realizada. Competições realizadas em períodos mais próximos ao final da noite impactam o horário em que o atleta iniciará o sono, assim como a quantidade de sono, causando um encurtamento na duração de sono. Por exemplo, Fullagar *et al.* (2016) observaram que os atletas que iniciavam o sono mais tarde dispendiam menos tempo na cama e obtinham menos tempo de sono na noite imediata pós-competição. Dessa forma, a participação repetida em competições noturnas pode levar o atleta a apresentar débito acumulado de sono.

2.3 Treinamento físico

O objetivo de realizar o treinamento de qualquer modalidade é atingir o melhor desempenho físico possível, dentro de um período estabelecido, no caso, até o momento da competição alvo. É amplamente difundido que a intensificação na quantidade de treinamento resultará em ajustes que proporcionarão aumentos na capacidade de trabalho, ou seja, melhorar o desempenho físico (ISSURIN, 2010). No entanto, embora essa abordagem seja amplamente aceita, ela se torna ao mesmo tempo especulativa. Embora o aumento no treinamento possa levar a alterações que propiciem a melhora do desempenho esportivo, quando isso ocorre de forma inapropriada sem a devida recuperação pode levar ao atleta apresentar sintomas de *overtraining* (GABBETT, 2016). Nesse sentido, o ótimo treinamento que possibilite a obtenção de resultados, sem lesão ou sem apresentar sintomas de *overtraining*, torna-se um processo importante para a pesquisa científica (BORRESEN; LAMBERT, 2009).

A carga do exercício físico - que consiste em frequência, duração e intensidade dele - determina a magnitude do efeito do treinamento. Diferentes ajustes do treinamento são resultados de diferentes manipulações nessas variáveis de prescrição de treino. Essa carga de treino causará um distúrbio no equilíbrio do organismo, ocasionando alterações orgânicas com o intuito de ajustar-se ao exercício físico (BUSSO *et al.*, 2002). Vários estudos têm analisado a influência dos componentes da carga de treino sobre o desempenho físico. De uma forma geral, aumento no volume e na intensidade impacta em maior desempenho físico. Em um estudo com 18 nadadores de elite, um aumento no desempenho foi correlacionado com a intensidade do período de treinamento (MUJICA *et al.*, 1995).

No entanto, a relação entre a carga de treino utilizada e o aumento no desempenho é mais complexa do que uma simples relação dose-resposta (BUSSO, 2003). A capacidade de ajustar-se a longo prazo à demanda física imposta pela carga de treino levará ao estado de supercompensação. O fenômeno da supercompensação é baseado na interação entre carga e recuperação (ISSURIN, 2010). Contudo, um aumento na carga de treino, sem concomitante preocupação com o processo de recuperação, provocará o acúmulo de fadiga e, conseqüentemente, o desempenho físico abaixo do esperado (BUSSO, 2003). Dentre os fatores relacionados ao estado de supercompensação, o processo de recuperação vem sendo negligenciado, sendo

o fator menos compreendido no complexo treinamento-desempenho (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998; BISHOP; JONES; WOODS, 2008).

2. 3. 1 Medidas de treino

A otimização do treinamento envolve quantificar a carga de treino a que o atleta está sendo submetido. Essa quantificação é importante para descrever o ideal regime de treino e de recuperação, e para alcançar o desempenho esperado (BORRESEN; LAMBERT, 2009). Consequentemente, quantificar a carga de treino pode fornecer informações científicas sobre as alterações no desempenho do atleta ao longo da temporada. Adicionalmente, a quantificação auxilia na tentativa de reduzir o risco de lesão do atleta (HALSON, 2014).

Nesse íterim, a carga de treino pode ser quantificada de diferentes maneiras (BORRESEN; LAMBERT, 2009): diários e questionários, medidas fisiológicas (exemplo: frequência cardíaca, lactato, consumo de oxigênio e percepção subjetiva de esforço), observação direta (velocidade percorrida no treino e distância percorrida no treino) e índices de treinamento (exemplo: impulso de treinamento e percepção de esforço da sessão). Contudo, a quantidade de marcadores validados cientificamente é reduzida (HALSON, 2014). A carga de treino pode ser descrita como carga de treino interna e carga de treino externa (WALLACE, 2009). A carga de treino externa é definida como o trabalho realizado pelo atleta, independentemente da carga interna de treino (exemplo: distância percorrida, número de saltos etc.). A carga interna de treino é o estresse fisiológico ou o psicológico relativo imposto ao atleta (exemplo, frequência cardíaca, lactato, consumo de oxigênio etc.).

2. 3. 1. 1 Percepção subjetiva de esforço da sessão

Uma das formas mais fáceis de quantificar a carga de treino é através do método de Foster (FOSTER *et al.*, 1995; FOSTER, 1998; FOSTER; SNYDER; WELSH, 1999; FOSTER *et al.*, 2001a) no qual o atleta descreve, de uma forma global, como foi a sua percepção de esforço da sessão (PSE-s) de treino. Essa descrição ocorre através da indicação de um valor numérico na escala de Borg adaptada por Foster. É importante salientar que essa descrição deve ocorrer 30 minutos após o término da sessão. Em seguida, o valor indicado na escala é multiplicado pelo tempo da sessão de treino, em minutos. O produto desse cálculo é descrito em unidades arbitrárias (U. A.) e é conhecido como carga interna de treino da sessão. Por exemplo,

ao final da sessão de treino, o atleta escolhe o valor 7 para descrever a PSE-s. Caso a sessão tenha durado 30 minutos, a carga interna de treino será de 210 A. U.

Tal quantificação da carga interna de treino pelo método de Foster é bastante utilizada na literatura, observada em diversas modalidades esportivas, contínuas ou intermitentes (FOSTER *et al.*, 1995; IMPELLIZZERI *et al.*, 2004). Outro fato importante sobre este método é sua associação com métodos objetivos de quantificar a carga interna de treino. Inicialmente, Foster (1998) utilizou o método de carga de treino interna baseado na frequência cardíaca proposta por Edwards (1993) para validar o método da PSE-s ($r = 0,75$ a $r = 0,9$). Posteriormente, Impelizzieri et al. (2004) verificaram a associação entre o método da PSE-s e diferentes métodos baseados em frequência cardíaca, como o de Edwards e o de Bannister. Os autores verificaram correlações significativas (de $r = 0,5$ a $r = 0,85$; $p < 0,01$). Por fim, eles concluem afirmando que a método da PSE-s é um bom indicador da carga interna de treino, não necessita de equipamentos de alto custo, e é um método prático para quantificar a carga de treino.

2. 3. 2 Processo de recuperação após o exercício físico

A recuperação física apresenta diferentes definições e conceitos na literatura. Por exemplo, Gaesser e Brooks (1984) consideram a recuperação como um processo bifásico, em que há inicialmente uma primeira fase rápida, com aproximadamente de 10 segundos a poucos minutos, seguido por uma segunda fase lenta, de poucos minutos a várias horas. Renaud(1989) por sua vez, definiu recuperação como o retorno a condições fisiológicas ótimas, após a fadiga. Já os autores Tomlin e Wenger (2001) definem recuperação como o retorno do músculo ao estado pré-exercício físico seguinte à sessão de treinamento. Em outra perspectiva, Lambert; Gibson e Noakes (2005) definem recuperação como o processo de alcançar o nível de homeostase inicial após responder ao estímulo de treinamento. Também há Vaile *et al.* (2008), que se referem à recuperação como o período de restauração e regeneração dos aspectos fisiológicos e psicológicos. Há de se considerar, entretanto, que diferentes sistemas fisiológicos reagem de forma diferente aos estímulos, provocando fadiga e impactando em diferentes períodos de recuperação. Bishop, Jones e Woods (2008) propõem três termos que englobam a recuperação: recuperação imediata, ocorrendo entre esforços de uma atividade; curta recuperação, a qual acontece entre sets durante a sessão de treino; e a recuperação do treinamento, que é a recuperação entre sessões de

treinamento. Embora os três tipos mencionados sejam importantes no campo esportivo, a recuperação entre sessões de treinamento carece de maior atenção no meio científico.

Luttrell e Halliwill (2015) sugerem que o processo de recuperação pode ser visto de três formas: 1- um estado vulnerável, porque pode aumentar o risco de morte súbita, síncope pós-exercício físico e a dor muscular de início tardio; 2- uma janela de oportunidade para potencializar os sistemas fisiológicos alterados após a prática de exercício físico; 3- uma “bola de cristal”, visto que diferentes respostas hemodinâmicas podem prever futuras respostas sobre a saúde do indivíduo (Figura 1).

Figura 1 - Conceitualização da recuperação pós-exercício físico



Fonte: Adaptado de Luttrell e Halliwill, 2015.

Após o término do exercício físico, há um aumento na chance de uma resposta aguda nociva decorrente do exercício físico. O tempo de 30 minutos após o término de um exercício físico vigoroso aumenta o risco de morte súbita em homens sem doença cardiovascular. Contudo, o risco é baixo, com uma morte ocorrendo a cada 1,5 milhões de sessões de exercício físico para homens e uma morte a cada 36,5 milhões de horas de exercício físico para mulheres. No que se refere à janela de oportunidade, Luttrell e Halliwill (2015) sugerem que, durante esse período, os atletas podem se beneficiar das respostas fisiológicas da recuperação com estratégias que possam potencializar este período. Por exemplo, após o término da sessão de treinamento, potencializar o estoque de glicogênio muscular com a ingestão de carboidratos pode melhorar o desempenho subsequente (MAUNDER; PODLOGAR; WALLIS, 2018). Com relação ao que os autores consideram como “bola cristal”, o período de recuperação poderia prever possíveis alterações. Por exemplo, a frequência cardíaca de recuperação entre o 1º e o 5º minuto após o término de uma sessão de exercício físico em intensidade moderada é um fator independente preditor de mortalidade (JOHNSON; GOLDBERGER, 2012). Por fim, os autores sugerem que o processo de recuperação pode ser heterogêneo, sensível ao fenótipo, e pode ser explorado para predição de benefícios na saúde e desempenho esportivo.

Para elaboração do período de recuperação após uma sessão de treinamento ou após uma competição, deve-se conhecer o efeito residual que a atividade exerce sobre os sistemas fisiológicos. Na literatura consta que a fadiga muscular pode apresentar origem em diferentes locais, os quais têm sido divididos em periféricos e centrais (GANDEVIA, 2001). A fadiga muscular decorrente do exercício físico é dependente da intensidade e da duração dele, sendo amplamente aceito que, em exercícios de curta duração e de alta intensidade, a causa da fadiga muscular é oriunda principalmente de fatores metabólitos ou de danos musculares quando há ações excêntricas envolvidas. Já em exercício físico com 30 minutos ou mais de duração, a causa da fadiga muscular apresenta um caráter multifatorial, em que a fadiga central e as alterações metabólicas e estruturais apresentam um forte impacto em sua etiologia (DAVIS; BAILEY, 1997).

O tempo necessário para o sistema orgânico se recuperar, depende do tipo de fadiga muscular acumulada. O ciclo fadiga-recuperação tem sido examinado por métodos invasivos e não invasivos, através de marcadores de lesão tecidual, testes neuromusculares e respostas psicológicas (HOGARTH; BURKETT; MCKEAN, 2015).

O estresse causado pelo exercício físico modifica a função muscular, decorrente das alterações na estrutura celular (SUZUKI *et al.*, 1999). Essa alteração estrutural leva ao dano muscular agudo, decorrente do exercício aeróbio extenuante e resultado do rompimento da estrutura da célula muscular, tendo como consequência liberação de proteínas miocelulares, como a creatina quinase (CK), a mioglobina e a lactato desidrogenase (LDH), e ativação de proteínas inflamatórias na circulação. Por exemplo, Hellsten-Westing; Sollevi e Sjodin (1991) observaram um aumento de 64% e 1186% no nível de CK 24 horas após corridas de 5000m e 42000m. Esse mesmo fato não foi observado nas distâncias de 100m e 800m, indicando um efeito da duração do exercício físico, mais do que da intensidade, no nível de CK. Entretanto, outros fatores interferem na liberação de proteínas celulares associadas ao dano muscular, como o tipo de contração, a taxa de inativação ou a remoção das proteínas da circulação e o nível de aptidão (KLAPCINSKA *et al.*, 2001). O conhecimento dessas alterações celulares agudas é importante devido a sua relação com o desempenho. Del Coso *et al.* (2013) verificaram que maratonistas apresentaram aumento significativo nos marcadores de dano muscular (mioglobina, LDH e CK) pós-corrida, sendo esses marcadores relacionados com aumento da fadiga, influenciando o ritmo de corrida.

Além dos efeitos celulares, tem sido reportado que o exercício físico promove importantes alterações na função neuromuscular após sua realização, sendo essa alteração determinada pelo volume e pela intensidade do exercício físico. Por exemplo, Tomazin *et al.* (2012) verificaram a etiologia da fadiga neuromuscular após sprints máximos de 100m, 200m e 400m. Os autores encontraram redução de 14% na função neuromuscular (torque voluntário máximo) imediatamente após sprint de 400m, sem redução significativa nas outras distâncias. Além disso, foi encontrada uma redução na ativação voluntária máxima dos extensores de joelho 5 minutos após a corrida de 400m. Redução na contração voluntária máxima após a corrida também é encontrada em distância de 5KM e 10KM (GIRARD *et al.*, 2012), assim como na maratona, de modo que Nicol; Komi e Marconnet (1991) reportaram um efeito imediato na força máxima e na redução no desenvolvimento de força. Os autores observaram valores de 78% do torque de extensão de joelho e 94% do salto em profundidade dos valores observados pré-maratona.

Todavia, limitada informação sobre o tempo em que perduram essas reduções nas funções neuromusculares e fisiológicas é disponível na literatura. Com relação

aos marcadores de dano tecidual, alguns fatores influenciam em seus níveis após o exercício físico. Recentemente, em um grupo de indivíduos saudáveis que realizaram 30 minutos de aula de *step*, foi encontrado um aumento no pico de CK de LDH três dias após a realização da aula em mulheres, com os valores alcançando o nível pré-aula apenas no oitavo dia. Um resultado interessante desse estudo é o fato de o comportamento das medidas sanguíneas após a corrida ser claramente dependente do sexo, com as mulheres apresentando valores maiores nos marcadores de danos teciduais em comparação aos homens, dispendendo mais tempo para retornar aos níveis basais (FREDSTED; CLAUSEN; OVERGAARD, 2008). Além do sexo, tem sido sugerido que a duração da atividade é associada positivamente com os níveis de enzimas celulares e seu comportamento após a atividade (OVERGAARD *et al.*, 2004).

Com relação à função neuromuscular, o efeito residual do exercício físico também parece ser dependente de alguns fatores. Gómez *et al.* (2002) examinaram o efeito de uma corrida de 10KM na produção de força. Foi observada uma redução significativa no pico de torque em $30^{\circ} \cdot s^{-1}$ imediatamente após a corrida. Os autores também observaram redução imediata e após 48 horas de corrida na potência média e no trabalho total em um teste de resistência muscular. A produção de força também foi reduzida após a corrida, fato observado pela redução no salto contramovimento em 48 horas após a corrida. Sherman *et al.* (1984) verificaram o efeito de uma maratona no pico de torque máximo (PTM) e na capacidade de trabalho (CT, teste de fadiga no *legpress*) ao longo de uma semana, com descanso ativo (20-45 min/dia a 50-60% do consumo máximo de oxigênio) ou passivo. Os autores aplicaram os testes musculares 15-20 minutos pré e 1, 3, 5 e 7 dias após a maratona. Foi observada redução no PTM e na CT no primeiro dia após a corrida. O PTM aumentou no 5º dia em ambos os grupos, porém o PTM do grupo repouso passivo aumentou apenas no 7º dia. Por fim, a CT foi recuperada 3 dias após a corrida no grupo repouso passivo e recuperou apenas no 7º dia no grupo repouso ativo. Ao observar o tempo de recuperação em um período de 32 dias após uma ultramaratona, Chambers *et al.* (1998) observaram redução no salto vertical (salto agachado, salto contramovimento e salto em profundidade) imediatamente após a corrida. Os autores observaram que o desempenho no salto agachado pode demorar 18 dias para restabelecer os níveis pré-corrída, sendo necessário um período menor para recuperar o desempenho no salto contramovimento (SCM) e no salto em profundidade (11 e 3 dias, respectivamente). Segundo os autores, é possível que os danos musculares causados

por exercício aeróbio de alta duração possam comprometer a eficiência do ciclo alongamento-encurtamento.

Entretanto, os trabalhos publicados até o momento analisaram o efeito residual da fadiga após o exercício na função neuromuscular e, nos marcadores de dano musculares, têm observado suas medidas em períodos de recuperação passiva, com períodos de 72 horas de repouso. Esse período entre as medidas reduz a validade externa, pois, no esporte competitivo, competições e treinamento ocorrem diariamente. Nesse sentido, é escasso na literatura o efeito da fadiga acumulada decorrente de consecutivas sessões de treinamento.

2. 3. 2. 1 Medidas de recuperação

Existe uma grande variedade de marcadores de recuperação do treinamento, porém poucos são os marcadores adequados e convenientes para utilização prática. Além disso, fisiologistas, treinadores e cientistas, por vezes, são desafiados a aplicarem testes para determinação de componentes fisiológicos, mesmo sem adequada praticidade (LAURENT *et al.*, 2011), ou a investigarem marcadores que se apresentem adequados para detectar a fase inicial do *overreaching não-funcional* (COUTTS *et al.*, 2007). A análise do desempenho poderia representar a mais importante medida a ser observada, contudo, se aplicada de forma constante, pode não ser benéfica para atletas em fase de competição (BISHOP; JONES; WOODS, 2008).

Considerando a importância de medir a recuperação, os estudos consideram importante a manutenção de medidas objetivas e subjetivas para representação desse processo. Medidas subjetivas, como a recuperação percebida, frequentemente quantificada pela *Total Quality Recovery Scale* (TQR) (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998), são constantemente observadas nos estudos. Além disso, a o salto vertical, especificamente o SCM (LAURENT *et al.*, 2011), tem sido utilizado para quantificar a função e a recuperação do sistema neuromuscular (COUTTS; SLATTERY; WALLACE, 2007).

2. 3. 2. 1. 1 *Total Quality Recovery Scale* - TQR

Em 1998, Kentta e Hassmén (1998) descreveram um novo instrumento para quantificar a recuperação do treinamento. Foi desenvolvida a TQR, como um método não invasivo de acompanhar o processo de recuperação entre sessões. Inicialmente,

essa escala foi desenvolvida com dois componentes, a recuperação percebida e a recuperação ativa. A quantificação da recuperação percebida é análoga à escala de Borg de 6 a 20, em que 6 representa nada recuperado e 20 representa totalmente recuperado. Na recuperação ativa ou nas ações de recuperação, os atletas acumulam pontos, ao longo de 24 horas, em ações de recuperação. O total de pontos para recuperação ativa é de 20, e a pontuação mínima para se considerar ativo é de 13 pontos. Do total dos 20 pontos, 10 são para nutrição, 4 para o descanso e o sono, 3 para relaxamento e suporte emocional, e 3 para o *cool down* (NÄSSI *et al.*, 2017). A TQR visa a reduzir a ocorrência da síndrome do *overtraining* e a ajudar os atletas a permanecerem saudáveis e capazes de manter a carga de treino. Uma série de artigos tem utilizado a TQR para acompanhar a TQR no processo de recuperação entre sessões de treinamento.

Debien *et al.* (2018) acompanharam a distribuição da carga de treino, além do processo de recuperação em jogadores de voleibol ao longo de uma temporada. Os pesquisadores coletaram diariamente a recuperação pela TQR e a carga de treino, também utilizaram a percepção de esforço da sessão. Os autores observaram um padrão ondulatório da recuperação durante as 36 semanas, com piores valores da TQR durante a competição principal. Como se trata de aplicação prática, os autores sugerem que o monitoramento da recuperação ao longo de uma temporada esportiva pode ser feito com a TQR, que se mostrou sensível às alterações da carga de treino.

Crowther *et al.* (2019) compararam o efeito de cinco estratégias de recuperação (condição controle, imersão em água gelada, contraste em água, recuperação ativa, combinação de imersão em água gelada e recuperação ativa) para verificar a mais efetiva em medidas perceptuais, de flexibilidade e de desempenho, durante e após repetidas sessões de pequenos jogos. Quatorze participantes foram submetidos a partidas seguidas de rúgbi, simulando uma competição. As medidas perceptuais, de flexibilidade e de desempenho foram coletadas imediatamente antes das 3 partidas e 5 minutos após a ocorrência delas, além de 75 minutos após as primeiras duas partidas. Os autores observaram uma deterioração na recuperação percebida e na percepção de esforço conforme as partidas aconteciam, indicando que o efeito residual acumulado leva a uma queda no desempenho e na recuperação. Os autores ainda observaram que a prática de recuperação ativa reduzia ainda mais a recuperação percebida.

Overmayer e Driller (2017) por sua vez, observaram se a roupa de compressão afetava o processo de recuperação em ciclistas treinados. Os ciclistas realizaram duas sessões de ciclismo com o máximo de esforço possível, a primeira com 20 minutos e a segunda com 4 minutos de duração, intercaladas com 30 minutos de recuperação. Durante o período de recuperação, os ciclistas realizavam uma recuperação passiva ou utilizavam a roupa de compressão com pressão fixada em 80 mmHg. A TQR serviu para descrever a recuperação percebida a cada 10 minutos durante o período de recuperação. Os autores não observaram efeito significativo na recuperação percebida com a roupa de compressão, além de apresentar um efeito baixo.

2. 3. 2. 1. 2 Salto contramovimento

O salto vertical, inicialmente desenvolvido e descrito por Sargent (1921) como um teste físico, é importante para o desempenho em diferentes modalidades esportivas, além de determinar a potência de membros inferiores (RODACKI; FOWLER; BENNETT, 2002). No SCM, o indivíduo parte de uma posição ereta em pé, faz um movimento para baixo preliminarmente, flexionando o joelho e o quadril, e, então, imediatamente e de forma intensa, estende os joelhos e o quadril novamente para sair, verticalmente, do solo. Esse tipo de salto é um exemplo de movimento que utiliza o ciclo alongamento-encurtamento (CAE) de forma benéfica (LINTHORNE, 2001). Ao realizar o SCM, medidas como o tempo de voo, a altura do salto, a força máxima e o tempo para atingir a força máxima são comumente descritos.

A ação excêntrica do SCM ocorre quando o músculo não pode desenvolver força suficiente e é superado por uma carga externa, resultando em alongamento do músculo. A fase excêntrica é frequentemente encontrada durante a fase de desaceleração do movimento articular, ou durante a fase descendente do SCM. Com isso, os filamentos de actina são desviados do centro do sarcômero, alongando o músculo (KENNEY; WILMORE; COSTILL, 2019). A fase excêntrica, ou fase de preparação, é definida como o período em que o músculo é levado para baixo para uma posição desejável para uma aceleração ascendente.

No entanto, na fase concêntrica, a ação muscular ocorre quando a musculatura supera a carga e contrai, resultando em uma fase de avanço durante o salto vertical. Os filamentos finos são levados para o centro do sarcômero, levando à contração (KENNEY; WILMORE; COSTILL, 2019). Essa fase, conhecida também como fase de propulsão, é definida pelo momento em que o corpo acelera de forma ascendente

contra a gravidade, ocorre a flexão plantar do tornozelo, extensão dos joelhos e quadril e flexão dos ombros. A capacidade de desenvolver força dependerá da velocidade de movimento tanto na fase excêntrica, quanto na fase concêntrica (KENNEY; WILMORE; COSTILL, 2019).

O SCM é constantemente utilizado para descrição da função muscular após a prática de um dado exercício físico, observando o tempo de recuperação muscular. Reduções no desempenho do SCM têm sido observadas nos dias seguintes a protocolos de diferentes atividades, como saltos (HILL *et al.*, 2017), sprints repetitivos (BROWN *et al.*, 2016), esportes coletivos (BROWNSTEIN *et al.*, 2017) e atividades como corrida (EASTHOPE *et al.*, 2014). A redução no desempenho do salto pode ser decorrente do dano muscular, seguido da resposta inflamatória aguda, e a redução na ativação voluntária, devido à inibição neural que ocorre pela presença da dor muscular. Além disso, o dano muscular reduz a tolerância a forças de impacto durante o ciclo alongamento-encurtamento, devido à redução na força, a atividade reflexa e à rigidez inicial (BYRNE; TWIST; ESTON, 2004). Sendo assim, o SCM sendo observado na literatura como um parâmetro para acompanhar o efeito residual do exercício físico na função neuromuscular.

De Hoyo *et al.* (2016) observaram o efeito de uma partida de futebol na função neuromuscular, utilizando diferentes respostas do SCM, como a altura do salto, a força concêntrica média e a força excêntrica média, avaliadas 2 horas antes, também 30 minutos, 24 e 48 horas pós-partida. Apesar de as medidas de desempenho apresentarem um *time-course* diferente, os autores observaram reduções em todas as respostas obtidas no salto após a partida, com a força concêntrica média e a altura do salto apresentando menores valores até mesmo 48 horas após o término da partida em comparação os valores pré-partida. Além disso, os autores observaram associação entre um marcador indireto de dano muscular e o desempenho no SCM.

Hill *et al.* (2017) verificaram o efeito de dois graus de compressão no processo de recuperação após a realização de 100 saltos em profundidade de uma plataforma de 60 centímetros. Foram realizados 5 blocos com 20 saltos, com 10 segundos de intervalo entre cada salto e 2 minutos de intervalo entre cada bloco. Após a realização dos saltos, os indivíduos foram divididos em grupos com vestimenta de maior ou menor compressão, além de uma condição placebo. Dentre as diversas medidas de recuperação, os autores utilizaram a altura do SCM. Eles observaram que uma maior compressão pode potencializar o processo de recuperação após o protocolo de saltos,

levando à melhora na recuperação da função muscular. Contudo, os autores não descrevem os mecanismos responsáveis pelo efeito positivo da vestimenta com maior compressão.

Brownstein *et al.*(2017) observaram o tempo de recuperação da fadiga neuromuscular em futebolistas semiprofissionais. Os pesquisadores observaram a função neuromuscular antes da partida e após, além de 24, 48 e 78 horas após o término da partida. A altura do SCM reduziu, do pré para o pós-partida, aproximadamente 5%, e, após 24 horas, permaneceu reduzido, em comparação ao desempenho do salto antes da partida. Para que o desempenho no salto fosse restabelecido, foram necessárias 48 horas após o término da partida. Os autores destacam que a redução na ativação voluntária, representando uma queda na capacidade do sistema nervosa central em ativar os músculos do quadríceps, foi relacionada ao desempenho no SCM.

Nosaka *et al.* (2010) observaram o *time-course* de medidas de recuperação posteriormente a uma competição de triátlon. O estudo de caso verificou as mudanças em medidas inflamatórias e de dano muscular, além da função neuromuscular, com o SCM. A ultramaratona foi completada em 11 horas, 38 minutos e 41 segundos. As medidas foram coletadas antes e imediatamente após o evento, além de 15 dias após o término da prova. O desempenho neuromuscular no SCM reduziu em aproximadamente 50% imediatamente após a prova, e retornou aos valores pré-evento após 8 dias do término da prova. Os autores afirmam que o dano muscular observado no estudo de caso deve-se mais à corrida do que à natação e ao ciclismo, devido ao menor número e intensidade das contrações prolongadas.

Outro estudo nessa perspectiva foi o de Petersen *et al.* (2007), os quais observaram as respostas mecânicas musculares anteriores e posteriores a uma maratona realizada por corredores de elite. Os autores avaliaram as respostas da função neuromuscular antes da maratona e 30 minutos, 2 e 5 dias após a maratona. Os atletas terminaram a maratona com o tempo médio de 2:34:40 ± 0:04:13 e apresentaram uma redução de 13% na potência desempenhada no SCM, que permaneceu reduzida em até 12% até 5 dias após a maratona, em comparação ao valor pré-maratona. A altura do salto 30 minutos após o término da maratona e com 2 dias após o término permaneceram reduzidas. Por outro lado, não foi encontrada alteração na força desempenhada no SCM. A redução na potência foi concomitante com o prolongamento da fase excêntrica. Os autores especulam que esse

prolongamento pode levar à menor potencialização da força e/ou da redução da energia elástica, pois uma reduzida fase elástica é pré-requisito para melhora nessa variável.

Em outro estudo que verificou a função neuromuscular após uma atividade de longa duração, Easthope *et al.* (2014) testaram a reprodutibilidade do desempenho aeróbio, marcador de fadiga muscular e marcador indireto de lesão muscular após contínuas sessões de corrida de trilha. Os participantes realizaram quatro sessões de corrida de trilha, com a distância total de 15,6 quilômetros e, no percurso, com subidas e descidas, com uma semana de descanso entre cada sessão. Os autores observaram uma redução de até 17% no desempenho do SCM, e que esta medida da função neuromuscular é uma medida com alta reprodutibilidade e confiabilidade para ser utilizada.

3 METODOLOGIA

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, com o parecer número 1.873.597 e CAAE número 62018016.2.0000.5149 (ANEXO 1). Todos os procedimentos desenvolvidos estão em conformidade com a Resolução Nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisas envolvendo seres humanos.

3.1 Amostra

O recrutamento dos voluntários foi realizado por meio de cartazes afixados e folders distribuídos na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), localizada na cidade de Belo Horizonte/Minas Gerais. Os voluntários que se propuseram a participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2). Para fazer parte da amostra, os voluntários deveriam se enquadrar nos seguintes critérios: ser homens com idade entre 18 e 40 anos; não possuir doença cardiovascular; responder negativamente todas as perguntas do *Physical Activity Readiness Questionnaire* (THOMAS; READING; SHEPHARD, 1992), participar em corridas de rua entre 10 e 20KM por mais de um ano; e realizar treinos de corrida de rua entre 3 e 5 vezes por semana. Por outro lado, seriam excluídos do estudo caso: apresentassem distúrbio do sono ou queixa em relação ao sono avaliados por meio do questionário de Pittsburgh (BUYSSE *et al.*, 1989); fossem enquadrados em duas categorias do questionário de Berlim (NETZER *et al.*, 1999); apresentassem qualquer lesão osteomioarticular que comprometesse a realização do experimento; não participassem de todos os encontros.

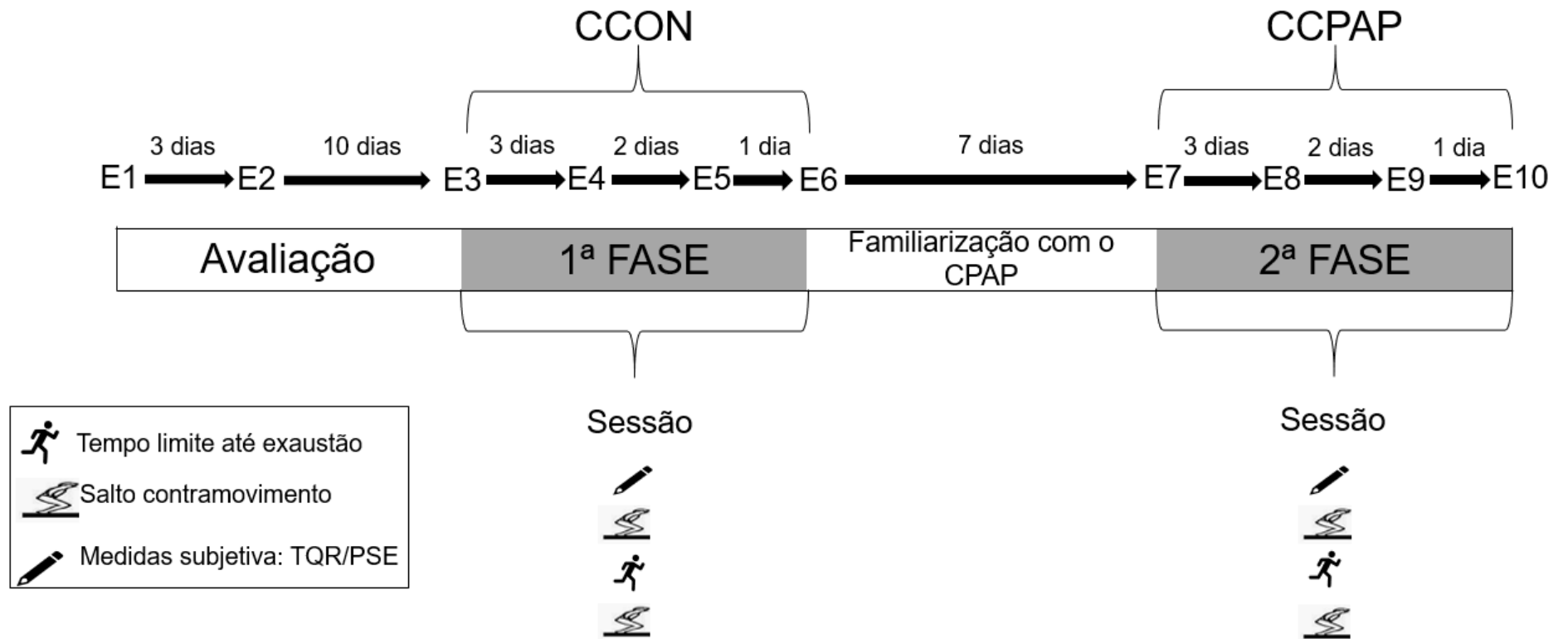
3.2 Procedimentos

Para os voluntários iniciarem as avaliações do protocolo de pesquisa, foi solicitado a eles que não realizassem exercício físico durante a participação no estudo, não fizessem uso de bebidas energéticas, não utilizassem recurso farmacológico ou fizessem ingestão de café durante três horas que antecedessem a coleta de dados. Os voluntários também foram instruídos a trajarem roupas confortáveis para prática de exercício físico (short, camisa/camiseta, tênis e meia).

O estudo teve 10 encontros, com dois encontros pré-experimento, de forma que o primeiro encontro foi para apresentação de informações relacionadas à pesquisa, verificação dos critérios de inclusão/exclusão e assinatura do TCLE. O segundo encontro pré-experimento foi para a realização das avaliações antropométricas, para o teste incremental máximo e para as instruções quanto ao uso do actígrafo, que foi fornecido pelos pesquisadores. Em seguida, o estudo foi dividido em duas fases, a fase sem a utilização do CPAP, determinada como condição controle (CCON), e a fase experimental com a utilização do CPAP, determinada como condição com CPAP (CCPAP). Cada fase do estudo teve quatro encontros, nos quais ocorreram as sessões experimentais, seguindo a ordem de procedimentos em cada sessão: coleta da recuperação percebida, salto contramovimento (pré), corrida até exaustão, salto contramovimento (pós) e coleta da percepção subjetiva de esforço da sessão. O tempo entre o segundo encontro pré-experimento e o primeiro encontro da primeira fase foi de 10 dias.

Tanto na fase 1 quanto na fase 2 do estudo, o tempo de intervalo entre o primeiro e o segundo encontro foi de 72 horas, entre o segundo e o terceiro encontro foi de 48 horas e entre o terceiro e o quarto encontro foi de 24 horas. A estrutura de cada sessão experimental foi a mesma nas duas fases do estudo. Os voluntários receberam o actígrafo no primeiro encontro de cada fase, e, após o término da sessão no quarto encontro de cada fase do estudo, foram analisadas as informações do actígrafos. Após o término da sessão experimental no quarto encontro da fase 1, os voluntários receberam o CPAP e permaneceram uma semana em familiarização com o aparelho. Em seguida, foi iniciada a fase 2. Ao término do quarto encontro da fase 2, foram analisadas as informações do actígrafo e retirado o CPAP. Dessa forma, cada fase de estudo teve a duração de 7 dias (Figura 2). Todos os atletas passaram por ambas as condições.

Figura 2 - Delineamento experimental



Legenda: CCON: Condição controle; CCPAP: Condição com CPAP; CPAP: Pressão Positiva Contínua; PSE-S: Percepção subjetiva de esforço da sessão; TQR: Total Quality Recovery.

3. 3 Avaliações

3. 3. 1 Avaliação antropométrica

A avaliação da massa corporal (m_c), descrita em quilogramas (Kg), e da estatura (est), descrita em metros (m), foi realizada em posição anatômica utilizando roupa leve, parecida com a roupa de treino. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado através da fórmula m_c/est^2 (Kg/m²). Para a coleta das variáveis antropométricas e de composição corporal, foi utilizada uma balança para uso profissional com precisão de 100 gramas (Filizola®, Brasil). Para a determinação da estatura, foi utilizado um estadiômetro (Filizola®, Brasil) com precisão de 0,1 cm. A avaliação antropométrica foi realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício da UFMG (LAFISE/UFMG).

3. 3. 2 Avaliação do pico de consumo de oxigênio e da velocidade no limiar anaeróbio

Os voluntários foram submetidos ao teste incremental máximo (TIM) para determinação do pico de consumo máximo de oxigênio (VO_{2pico}) e da velocidade no limiar anaeróbio ($vLAN$). Após os equipamentos para análise fisiológica serem colocados, foi iniciado um aquecimento padrão com a duração de três minutos com velocidade de 4,0 quilômetros por hora (km/h). Depois do término do aquecimento, foi iniciado o TIM (Figura 3), com velocidade de 10 km/h, aumento de 1 km/h a cada 2 minutos e inclinação de 1% em ambiente controlado (18-20 graus Celsius e 65-75% de umidade do ar). Esse protocolo tem sido utilizado para corredores experientes (BILLAT *et al.*, 2001). O teste foi encerrado por desistência voluntária. Ao término da sessão, o voluntário realizou “volta à calma” de três minutos com velocidade de 4,0 km/h, sem inclinação. A frequência cardíaca esteve monitorada durante todo o teste através de um cardiófrequencímetro (Polar Electro® Oy, Finlândia). O VO_2 , descrito em mililitros por quilogramas por minuto (mL.kg⁻¹.min⁻¹) foi medido continuamente por um analisador de gases de circuito aberto (GasSys2, BIOPAC System®, Estados Unidos da América), calibrado antes de cada teste. O VO_{2pico} foi considerado como o maior valor do VO_2 obtido ao longo do último estágio do TIM (RAPP *et al.*, 2018). O limiar anaeróbio (LAN) foi determinado através da análise do equivalente ventilatório para o consumo de oxigênio (ventilação por minuto/consumo de oxigênio, VE/VO_2),

de forma que o ponto de determinação foi o primeiro aumento na relação VE/VO_2 , sem a ocorrência de um aumento no equivalente ventilatório de dióxido de carbono (ventilação por minuto/produção de dióxido de carbono, VE/VCO_2). A análise do limiar anaeróbio (LAN) foi realizada por dois avaliadores experientes, de modo independente e aleatório (CAIOZZO *et al.*, 1982). A velocidade na qual ocorreu o LAN foi definida como velocidade no limiar anaeróbio ($vLAN$). O TIM foi realizado no LAFISE/UFMG.

Figura 3 - Voluntário durante o TIM



3. 4 Questionários

3. 4. 1 Questionário de Pittsburgh

Um dos critérios de exclusão teve por base a aplicação do Índice de qualidade de sono de Pittsburgh – PSQI (BUYSSE *et al.*, 1989). O PSQI (ANEXO 4) visa a avaliar a qualidade do sono do voluntário do último mês, sendo um questionário de autopreenchimento, que inclui 10 grupos de questões. O questionário permite a realização da avaliação de sete componentes principais: 1) qualidade subjetiva do sono; 2) latência do sono; 3) duração do sono; 4) eficiência habitual do sono; 5) distúrbios do sono; 6) uso de medicação para dormir; 7) sonolência diurna e distúrbios durante o dia. Esse questionário tem um ponto de corte, considerando boa qualidade

de sono (bom dormidor), se $PSQI \leq 5$, e má qualidade do sono (mau dormidor), se $PSQI > 5$. Assim, o PSQI permite medir a qualidade do sono e identificar bons dormidores maus dormidores. O PSQI foi aplicado aos voluntários antes do início da pesquisa.

3. 4. 2 Questionário de Berlim

O questionário de Berlim (NETZER *et al.*, 1999) determinou o risco de o voluntário apresentar a SAOS. Esse questionário consiste em três categorias, sendo que a primeira possui questões referentes à persistência do ronco, a segunda inclui questões relacionadas à sonolência diurna, e a terceira refere-se ao histórico da pressão arterial e da obesidade. Resposta positiva em uma questão caracteriza risco baixo para SAOS, e respostas positivas em duas ou três categorias caracterizam um escore de alto risco para SAOS. A versão em língua portuguesa do questionário de Berlim (ANEXO 5) foi utilizada nessa pesquisa (VAZ *et al.*, 2011). O questionário de Berlim foi aplicado aos voluntários antes do início da pesquisa, para confirmação do risco mínimo para SAOS.

3. 5 Condição com CPAP (CCPAP)

Os voluntários receberam um aparelho de modo fixo (DreamStar™ Intro; SEFAM®, França) que permite variação de pressão entre 4 e 20 cm H₂O. O aparelho foi conectado a uma máscara nasal (Breeze Nasal Comfort, SEFAM®, França). Os voluntários foram treinados para a utilização do CPAP durante uma semana, permanecendo em contato com uma especialista em aparelho de pressão contínua positiva. Durante a fase experimental, os voluntários fizeram utilização do CPAP no período do sono noturno, com total de seis noites. Houve um tempo de rampa de 20 minutos, com o nível de pressão inicial de 4 cm H₂O. O tempo e a pressão da rampa foram determinados de acordo com a latência de sono média reportada pelos voluntários (CHIRAKALWASAN *et al.*, 2018), e aumentou para 10 cm H₂O, pressão essa que permaneceu constante por toda noite de sono. Além disso, foi reforçado aos voluntários o possível potencial do uso do aparelho para que pudessem utilizá-lo o máximo tempo no sono noturno. Ao término da utilização do CPAP, os dados foram carregados e analisados através do software DreamStar™ Analyze.

3. 5. 1 Índices de uso do CPAP

Do software DreamStar™ Analyze, foram extraídos os seguintes índices de uso: tempo de uso (min.), percentual do tempo de utilização do CPAP na rampa (%), tempo de máscara desligada (min.), apneia/hipopnéia obstrutiva do sono (AH.OBS, eventos/hora), apneia/hipopnéia central do sono (AH.CNT, eventos/hora), fuga mínima (l/min.), fuga média (l/min.), fuga máxima (l/min.) e percentual do tempo acima da fuga limite (%). Para informação adicional, foram utilizados a medida de tempo total de sono e o índice de uso referente ao tempo de utilização para descrever o percentual do tempo total de sono com utilização do CPAP.

3. 6 Medidas de sono

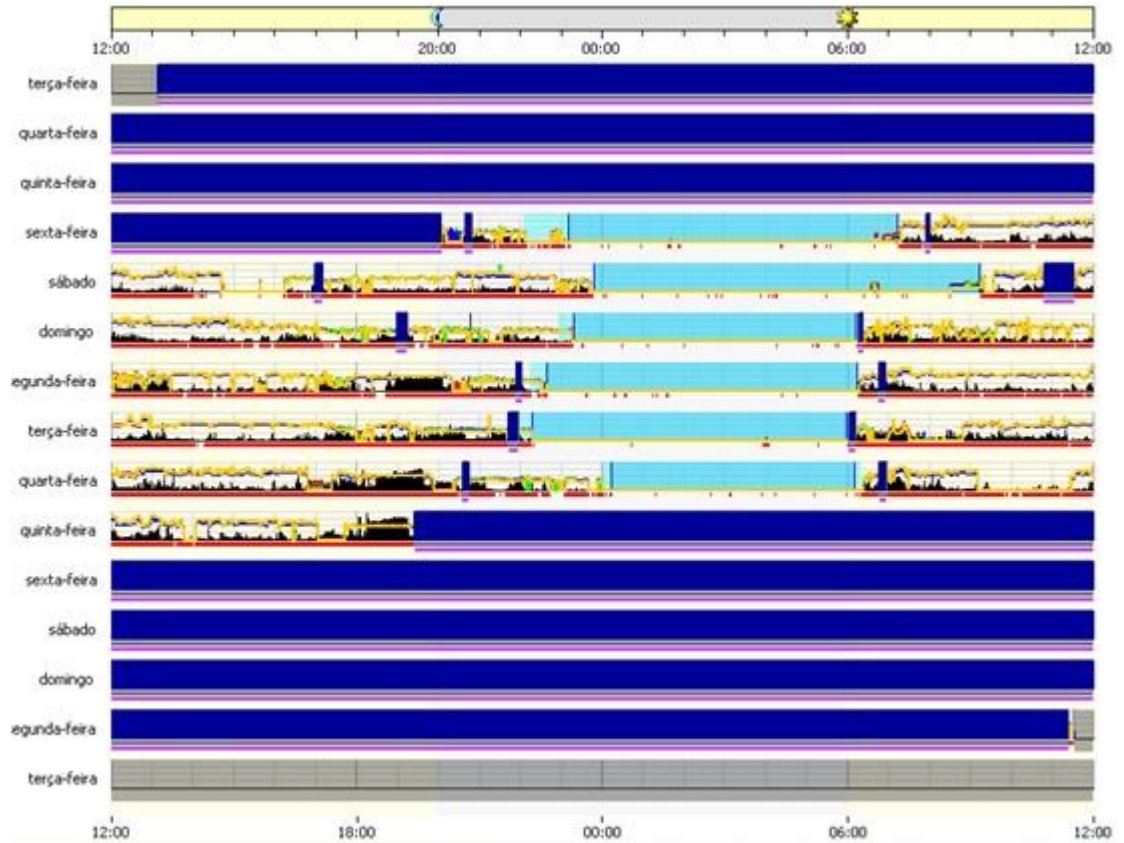
A actigrafia avaliou as medidas de sono dos voluntários. O ciclo vigília-sono dos voluntários foi monitorado utilizando diário de autorrelato e actígrafo de punho (Motionlogger, Ambulatory Monitoring, Estados Unidos da América). Os actígrafos são pequenos aparelhos, similares a relógio de pulso, portáteis, baseados em acelerômetros computadorizados, que monitoram movimentos por longo período (ANCOLI-ISRAEL *et al.*, 2015). O acelerômetro ali presente contém um cristal piezoelétrico, cuja voltagem altera de acordo com as constantes mudanças de direção que são realizadas. O sinal é então potencializado, filtrado e comparado com um valor de referência, previamente à sua transformação em informação digital. Em sequência, a informação é agrupada em intervalos constantes, também denominados como épocas. Esses valores são submetidos à aplicação de um algoritmo para a determinação do ciclo vigília-sono (SADEH, 2011). Parte-se da premissa de que há menos movimentos durante o sono e mais movimentos durante a vigília (ANCOLI-ISRAEL *et al.*, 2003).

A validação desse método para monitorar o sono é decorrente da associação e do grau de acordo com a polissonografia do sono, apresentando alta correlação para duração de sono e moderada à alta correlação para tempo de vigília dentro do sono (WEISS *et al.*, 2010). O uso do actígrafo apresenta como vantagem o baixo custo e desconforto, em comparação ao uso da polissonografia. Além disso, a actigrafia é indicada em estudos que avaliam o sono noturno ou diurno por vários dias. Embora não seja indicado para substituir o uso da polissonografia durante uma noite de sono

para identificação de distúrbios de sono, esse instrumento é vantajoso para indivíduos com distúrbios circadianos e queixas de insônia (ANCOLI-ISRAEL *et al.*, 2015).

O actígrafo foi utilizado no mesmo punho não dominante durante toda análise. No primeiro dia, os voluntários receberam informações sobre o uso de actígrafo e referentes ao preenchimento do diário do sono, que contém informações sobre os momentos de vigília, sono, cochilos e atividades de vida diária em geral. A actigrafia vem sendo utilizada para análise do ciclo vigília-sono em estudos com diversos voluntários e para avaliações simultâneas (SARGENT *et al.*, 2014). Foram consideradas as seguintes medidas de sono: tempo total de sono -TST- (min.), latência do sono (expressa em minutos, min.), eficiência de sono (expressa em percentual) e número de despertares -WASO- (min.) As medidas de sono foram definidas de acordo com ANCOLI-ISRAEL *et al.* (2015), que definem o tempo total de sono como a duração total do sono obtido durante todo período de sono; latência de sono como a duração entre o horário de deitar e o início do sono, determinado pelos escores do actígrafo. Número de despertares é a soma dos despertares do início ao fim do sono. Eficiência do sono é definida como a proporção de tempo dormindo do tempo total de cama. Para a actigrafia e as informações do diário de sono (ANEXO 3), foram contabilizadas seis noites em cada fase do estudo, que correspondem do primeiro ao último dia de sono noturno durante cada fase. A figura 4 apresenta as informações obtidas no actígrafo de um voluntário.

Figura 4 - Exemplo de actigrafia de um voluntário



3. 7 Medidas de treino

A escala CR-10 (FOSTER *et al.*, 2001b) determinou a percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE-s), 30 minutos após o término da sessão. Os voluntários foram questionados com a pergunta: “Como foi a sua sessão de treinamento?”. Esse instrumento é composto de uma escala que varia de 0 (“esforço mínimo”) até 10 (“esforço máximo”). A carga interna de treino foi calculada pelo tempo na corrida até exaustão em minutos, multiplicado pela PSE-s, resultando em um valor descrito em unidade arbitrária (U.A.).

3. 8 Medidas de recuperação física

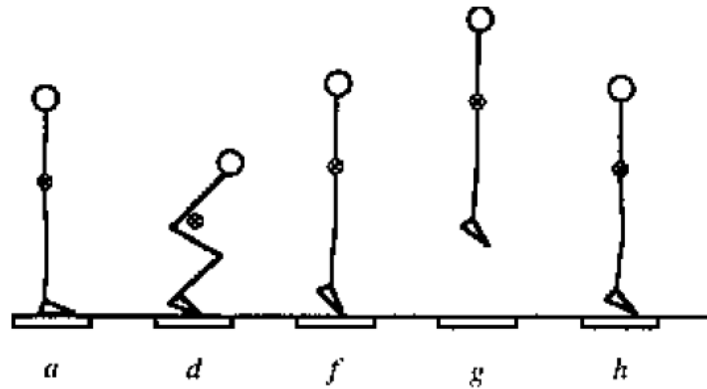
3. 8. 1 Recuperação percebida

A Total Quality Recovery Scale (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998) – TQR – avaliou a recuperação percebida. Essa escala consiste em descritores numéricos – 6 a 20 (variando de uma recuperação totalmente inadequada até totalmente recuperado) – nos quais os voluntários selecionam o descritor que responda a seguinte questão: “Como você se sente em relação a sua recuperação?”. A TQR (ANEXO 7) foi estruturada de acordo com a escala de Borg, enfatizando a percepção subjetiva da recuperação. A TQR tem sido amplamente utilizada em pesquisas relacionadas ao processo de recuperação física (NEDELEC *et al.*, 2014). A TQR foi monitorada quando o voluntário chegou ao laboratório para o protocolo experimental.

3. 8. 2 Salto contramovimento

O SCM avaliou a recuperação da função neuromuscular. Anterior ao início do teste, foi dada orientação com informações para execução salto. O voluntário partiu da posição inicial em pé, realizou um movimento para baixo com flexão de quadril, joelhos e tornozelos e, em seguida, estendeu estas articulações para realizar um movimento ascendente máximo, no qual foi dada a instrução de saltar o mais alto possível (Figura 5). As mãos permaneceram fixas na cintura durante todo o movimento para evitar que o movimento dos braços alterasse o desempenho (LEES; VANRENTERGHEM; DE CLERCQ, 2004). Esse salto é de fácil execução, sendo o mais encontrado na maioria das modalidades esportivas, e se caracteriza por uma ação muscular excêntrica seguida de uma concêntrica, combinação que caracteriza o CAE de longa duração (SCHMIDTBLEICHER, 1992). Os voluntários realizaram três saltos, e a melhor medida foi utilizada para os cálculos descritos a seguir. Apesar de não haver diferença no desempenho do salto em intervalos de 15 segundos, 30 segundos e 60 segundos (OLIVEIRA *et al.*, 2018), foi utilizado o tempo de 60 segundos entre cada salto. As medidas utilizadas foram a altura do salto pré-sessão, a altura do salto pós-sessão e o delta (variação entre o salto pré-sessão e o salto pós-sessão). A altura do salto, expressa em centímetros, foi calculada pela fórmula $h = t^2 \times g \times 8^{-1}$, em que h = altura do salto, t = tempo de voo em segundos, g = aceleração da gravidade, com valor de $9,8 \text{ m/s}^2$. O delta do salto, expresso em percentual, foi calculado pela fórmula, $\text{delta} = (Al_{\text{Spós}} - Al_{\text{Spré}} / Al_{\text{Spré}}) \times 100$, onde $Al_{\text{Spré}}$ = altura do salto pré-sessão; $Al_{\text{Spós}}$ = altura do salto pós-sessão.

Figura 5 - Sequência de ações no salto contramovimento



Fonte: LINTHORNE (2001).

As coletas foram realizadas em oito momentos (momentos pré e pós nas sessões experimentais) no Laboratório de Biomecânica da UFMG. Os dados da plataforma de força (OR 5-6, *Advanced Mechanical Technology, Inc*, Estados Unidos da América) foram adquiridos a uma frequência de 100 Hz e analisados no software DasyLab®, versão 10.0. Para o tratamento dos dados, foi utilizado um filtro passa-baixa Butterworth, com frequência de corte de 20Hz (MENZEL *et al.*, 2013). O software MatLab (MatLab® MATrix LABoratory The Mathworks, Natick, MA) versão 2011b foi utilizado para analisar as curvas obtidas nas duas plataformas de força (GARCIA *et al.*, 2011).

Figura 6 - Voluntário durante o Salto Contramovimento



3. 9 Medida de desempenho físico

O tempo limite até exaustão (tLIM) avaliou o desempenho físico dos corredores (Figura 6). O tLIM foi descrito em minutos. Toda corrida ocorreu em uma esteira (HPX350, Total Health®, Brasil) e foi composta por: aquecimento de cinco minutos a 60% do $VO_{2\text{pico}}$ e corrida até exaustão na vLAN em ambiente controlado (18-20 graus Celsius e 65-75% de umidade do ar). Durante a corrida até exaustão, os voluntários

não tiveram acesso à velocidade imposta ou ao tempo decorrido. Após o término da corrida até exaustão, o voluntário realizou uma caminhada a 50% do $VO_{2\text{pico}}$, para “volta à calma”. A corrida até exaustão foi realizada no LAFISE/UFMG.

Figura 7 - Voluntário durante o teste incremental máximo



3. 10 Análise dos dados

Os dados foram analisados no software *Statistical Package for the Social Sciences* (versão 21.0) *for Windows*. O teste de Shapiro-Wilk analisou a normalidade da distribuição dos dados.

- *Descrição dos Índices de uso do CPAP, de medidas de sono, de recuperação, de treino e de desempenho*

Foi utilizada a estatística descritiva, com média e desvio padrão ($M \pm DP$) para variáveis com distribuição Gaussiana, e mediana e o intervalo interquartil – MED (IQR) - para variáveis com distribuição não-Gaussiana.

- *Comparação entre a familiarização e a fase experimental nos índices de uso do CPAP*

Para verificar se houve diferença nos índices de uso do CPAP (tempo de uso do CPAP, tempo de rampa, tempo de máscara desligada, apneia obstrutiva do sono, apneia central do sono, fuga mínima, fuga média, fuga máxima e percentual de tempo acima da fuga limite) entre a familiarização e a fase experimental, dois testes foram utilizados. O teste T de Student pareado comparou os índices de uso do CPAP entre a familiarização e a fase experimental para variáveis com distribuição Gaussiana, e foi calculado o *d* de Cohen (COHEN, 1988). O teste de Wilcoxon pareado comparou os índices de uso do CPAP entre a familiarização e a fase experimental para variáveis com distribuição não-Gaussiana.

- *Comparação dos índices de uso do CPAP entre os dias da fase experimental*

Para verificar se houve diferença nos índices de uso do CPAP (tempo médio de uso do CPAP, tempo de rampa, tempo de máscara desligada, apneia obstrutiva do sono, apneia central do sono, fuga mínima, fuga média, fuga máxima e percentual de tempo acima da fuga limite) entre os 6 dias de fase experimental, dois testes foram utilizados. A análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas comparou os índices de uso do CPAP entre os 6 dias (D1, D2, D3, D4, D5 e D6) de fase experimental para variáveis com distribuição Gaussiana. O teste de Friedman, do mesmo modo, comparou os índices de uso do CPAP entre os 6 dias (D1, D2, D3, D4, D5 e D6) de fase experimental para variáveis com distribuição não-Gaussiana.

- *Comparação das medidas de sono entre a CCON e CCPAP*

Para verificar se houve efeito da utilização do CPAP nas medidas de sono dos voluntários, a análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas de dois fatores (condição e tempo) comparou as medidas de sono (TST, latência, WASO e eficiência) entre as duas condições. Foram considerados 6 dias (D1, D2, D3, D4, D5 e D6) para o fator tempo. Foi utilizada a correção do épsilon de Greenhouse-Geisser quando o pressuposto da esfericidade foi violado.

- *Comparação das medidas de treino, recuperação física e de desempenho físico entre CCON e CCPAP*

Para verificar se houve efeito da utilização do CPAP nas medidas de treino, de recuperação física e de desempenho, a análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas de dois fatores (condição e tempo) comparou as medidas de treino

(percepção subjetiva do esforço da sessão e carga de treino), de recuperação física (recuperação percebida, de SCM pré-sessão, de SCM pós-sessão e Delta do salto) e de desempenho (tLIM) entre as duas condições. Foram consideradas 4 sessões (S1, S2, S3 e S4) para o fator tempo. Foi utilizada a correção do épsilon de Greenhouse-Geisser quando o pressuposto da esfericidade foi violado. Quando diferenças foram encontradas no teste da ANOVA, o post hoc de Bonferroni identificou as diferenças entre as sessões.

A magnitude de efeito para ANOVA foi calculada através do eta quadrado parcial (η_p^2) para cada variável dependente, usando as definições de pequena ($0,01 \leq \eta_p^2 \leq 0,06$), média ($0,06 \leq \eta_p^2 \leq 0,14$) e grande ($\eta_p^2 > 0,14$) (DAHLAN *et al.*, 2009). Um nível de significância de $p < 0,05$ foi estipulado para todas as análises.

4 RESULTADOS

Inicialmente foram avaliados 12 voluntários, no entanto, 4 abandonaram ao longo da coleta. Os voluntários que desistiram afirmaram que o motivo foi decorrente da impossibilidade de seguir o cronograma da pesquisa. Dessa forma, 8 voluntários completaram todo protocolo do estudo e cada voluntário participou de nove encontros. No que se refere ao índice de qualidade de sono de Pittsburgh, todos os voluntários apresentaram valores abaixo de 5, sendo classificados como bons dormidores. Com relação ao questionário de Berlim, todos os voluntários responderam negativamente as questões, indicando baixo risco para SAOS. As características antropométricas e fisiológicas dos voluntários estão descritas na tabela 1.

Tabela 1: Características antropométricas e fisiológicas dos voluntários (n=8)

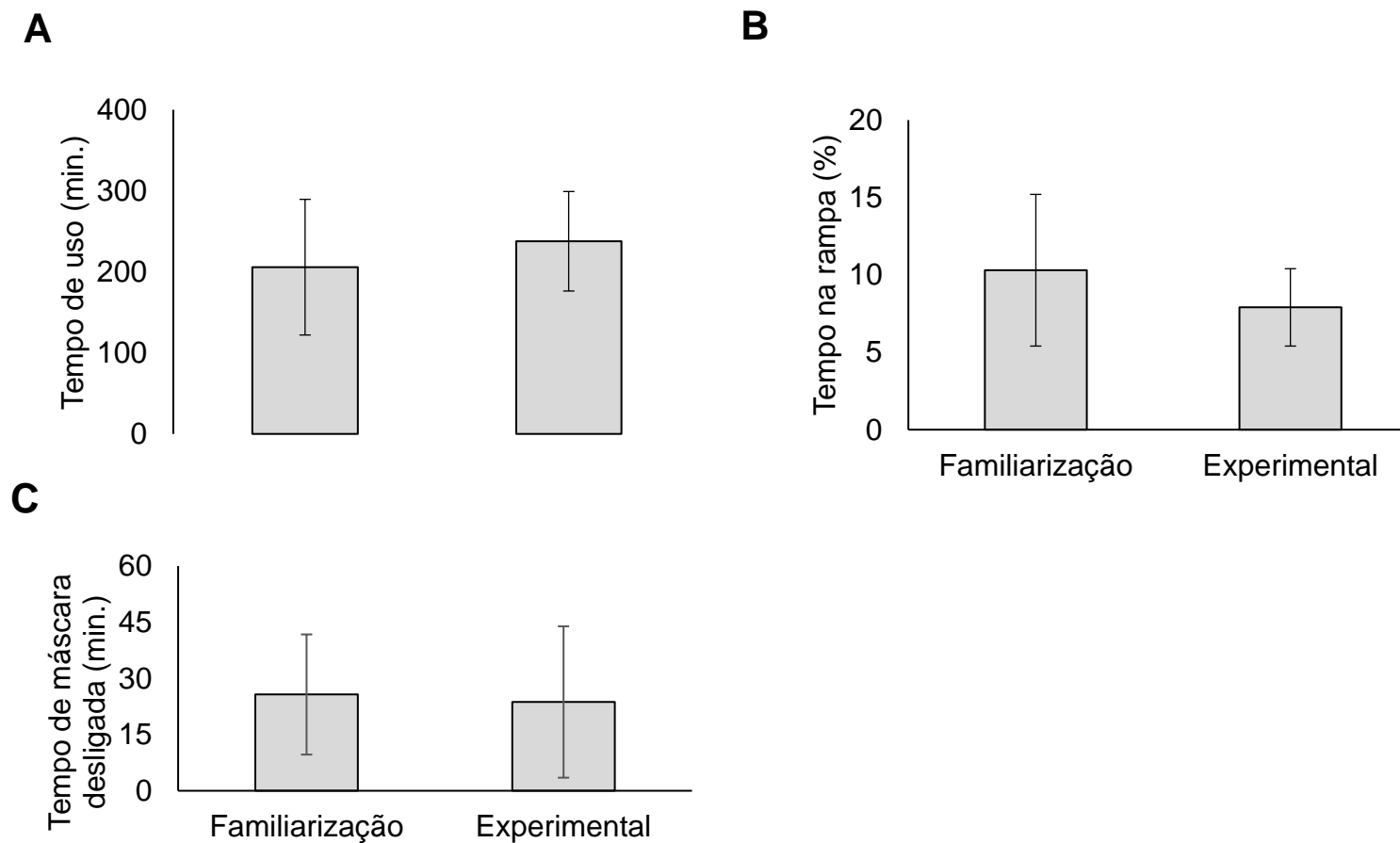
	M ± DP
Idade (anos)	30,3 ± 5,5
Massa corporal (kg)	71,4 ± 10,4
Estatura (m)	1,7 ± 0,0
IMC (kg/m ²)	23,4 ± 1,9
Consumo máximo de oxigênio (mL.kg.min)	58,8 ± 3,4
Velocidade no limiar anaeróbio (km/h)	12,8 ± 0,9

Cm: centímetros; Kg: quilograma; IMC: índice de massa corporal; mL.kg.min, mililitros por quilogramas por minuto; km/h: quilômetros por hora.

Comparação entre a familiarização e a fase experimental para os índices de uso do CPAP

A $M \pm DP$ do tempo de uso do CPAP (Figura 8A) durante a familiarização foram de $205,8 \pm 83,7$ minutos, e não houve diferença estatisticamente significativa da fase experimental, que apresentou $M \pm DP$ de $237,8 \pm 61,4$ minutos ($t_5 = -1,45$, $p = 0,20$, $d = 0,59$). Durante a familiarização, a $M \pm DP$ em que os voluntários permaneceram na rampa foram de $10,2 \pm 4,8$ % do tempo de utilização do CPAP (Figura 8B). Durante a fase experimental, a $M \pm DP$ foram de $7,8 \pm 2,5$ % do tempo de utilização do CPAP na rampa, e não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas fases ($t_5 = 2,13$, $p = 0,08$, $d = 0,88$). O tempo de máscara desligada (Figura 8C) apresentou $M \pm DP$ de $25,6 \pm 16$ minutos durante a familiarização. Já na fase experimental, a $M \pm DP$ de tempo de máscara desligada foram de $23,6 \pm 20,1$ minutos. A comparação entre a familiarização e a fase experimental não apresentou diferença estatisticamente significativa ($t_5 = 0,27$, $p = 0,79$, $d = 0,11$).

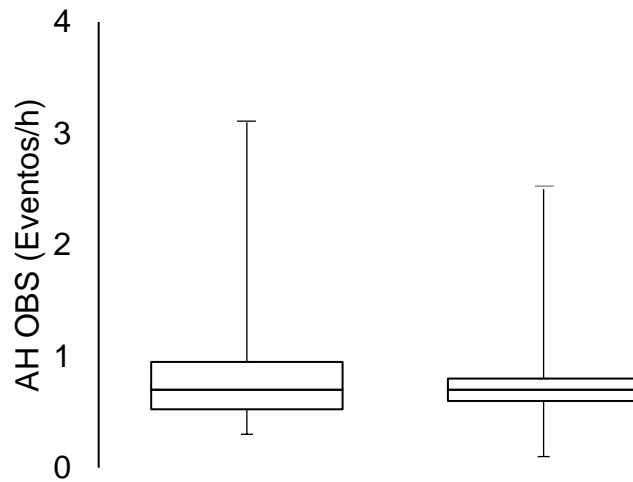
Figura 8 - Índices do tempo de uso, do tempo na rampa e do tempo de máscara desligada durante a familiarização e durante a fase experimental



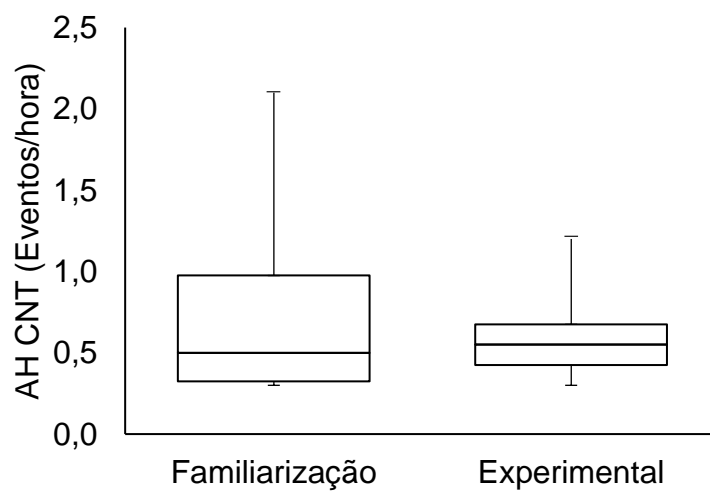
No que se refere à apneia obstrutiva do sono (Figura 9A), os voluntários apresentaram MED (IQR) de 0,7 (0,5 – 0,9) eventos/hora na familiarização e MED (IQR) de 0,7 (0,6 – 0,8) de eventos/hora na fase experimental. Não houve diferença estatisticamente significativa entre a familiarização com o CPAP e a fase experimental do estudo ($Z = -0,10$, $p = 0,91$). Com relação à apneia central do sono (Figura 9B), os voluntários apresentaram MED (IQR) de 0,5 (0,3 – 0,9) eventos/hora na familiarização e MED (IQR) de 0,5 (0,4 – 0,6) eventos/hora na fase experimental, sem diferença estatisticamente significativa entre a familiarização com o CPAP e a fase experimental do estudo ($Z = -0,96$, $p = 0,33$).

Figura 9 - Índices de apneia/hiponéia obstrutiva e apneia/hiponéia central durante a familiarização e a fase experimental

A



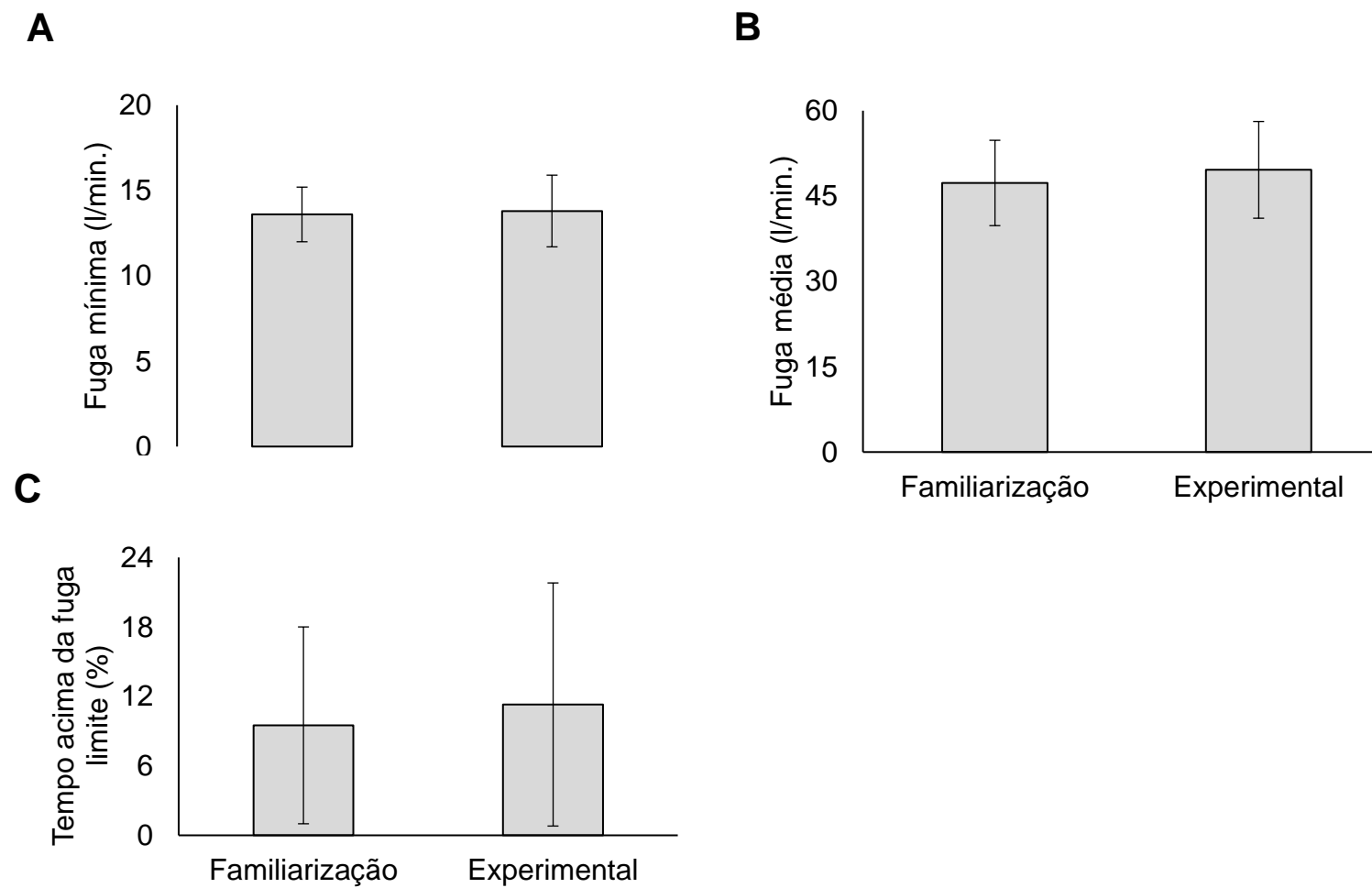
B



Legenda: AH OBS = Apneia/hiponéia obstrutiva do sono; AH CNT = apneia/hiponéia central do sono.

Com relação aos índices de fuga, a fuga mínima apresentou $M \pm DP$ de $13,6 \pm 1,6$ litros/minuto durante a familiarização. Já na fase experimental, a $M \pm DP$ foram $13,8 \pm 2,1$ litros/minuto (Figura 10A). A comparação entre a familiarização e a fase experimental não apresentou diferença estatisticamente significativa ($t_7 = -0,27$, $p = 0,79$, $d = 0,11$). A fuga média durante a familiarização foi de $47,3 \pm 7,5$ litros/minuto, enquanto, na fase experimental, a $M \pm DP$ foram $49,6 \pm 8,5$ litros/minuto (Figura 10B), e não houve diferença estatisticamente significativa entre a familiarização e a fase experimental do estudo ($t_7 = -1,78$, $p = 0,13$, $d = 0,72$). Por último, a $M \pm DP$ do percentual de tempo acima da fuga limite foram $9,5 \pm 8,5$ % na familiarização, e $11,3 \pm 10,5$ % na fase experimental (Figura 10C). Não houve diferença estatisticamente significativa entre a familiarização e a fase experimental ($t_7 = -0,89$, $p = 0,41$, $d = -0,36$).

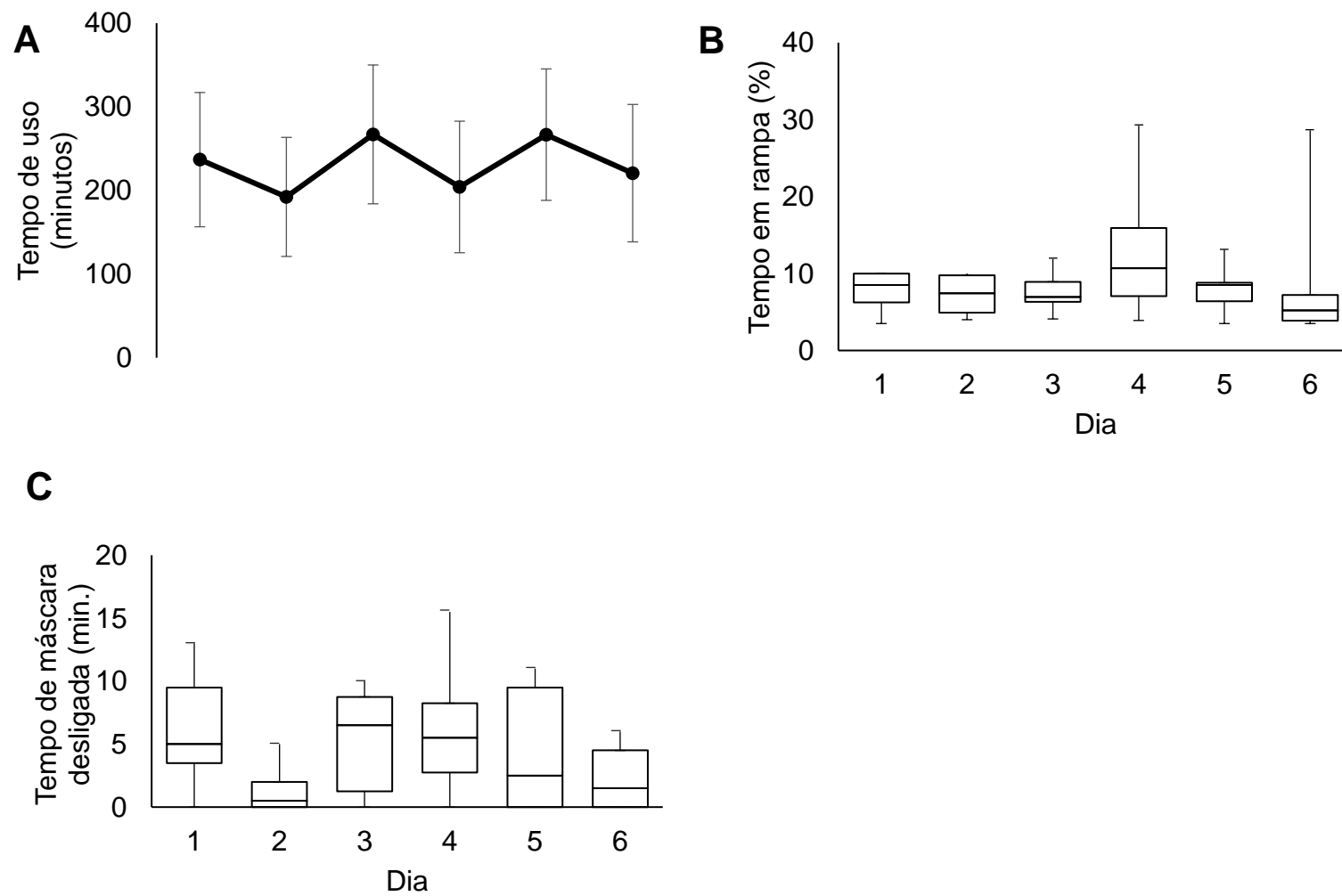
Figura 10 - Índices de fuga mínima, de fuga média e de tempo acima da fuga limite durante a familiarização e a fase experimental



Comparação entre os dias da fase experimental nos índices de uso do CPAP

No que se refere ao tempo de uso do CPAP em cada dia da fase experimental, a ANOVA de medidas repetidas não identificou diferença significativa entre os dias dessa fase ($F_{7; 35} = 1,30$; $p = 0,31$; $\eta_p^2 = 0,30$). A $M \pm DP$ do tempo de uso do CPAP em cada dia da fase experimental foram de $252,8 \pm 80,2$ minutos no D1, de $246,5 \pm 71,1$ minutos no D2, de $299,8 \pm 82,9$ minutos no D3, de $205,3 \pm 78,6$ minutos no D4, de $272 \pm 78,5$ minutos no D5 e de $270,3 \pm 82,1$ minutos no D6 (Figura 11A). Com relação ao tempo em rampa, também não houve diferença entre os dias da fase experimental ($X^2_{(7)} = 2,28$, $p = 0,80$). A MED (IQR) do tempo em rampa, em % da duração de utilização, para os D1, D2, D3, D4, D5 e D6, foram de 8,3 (6,2 – 10,1), 7,4 (4,3 – 9,9), 6,3 (4,6 – 8,6), 9,8 (4,5 – 15,9), 8,5 (6,4 – 12) e 6,7 (4,1 – 23,3), respectivamente (Figura 11B). Da mesma forma, o teste de Friedman não identificou diferença significativa entre os dias para o tempo de máscara desligada ($X^2_{(7)} = 10,65$, $p = 0,05$). A MED (IQR) do tempo de máscara desligada, em minutos, para os D1, D2, D3, D4, D5 e D6, foram de 7 (0,7 – 12,5), 0,5 (0 – 4), 4,5 (0 – 9,7), 3,5 (0,5 – 8,7), 5,5 (0 – 11) e 2,5 (0 – 5,5), respectivamente (Figura 11C).

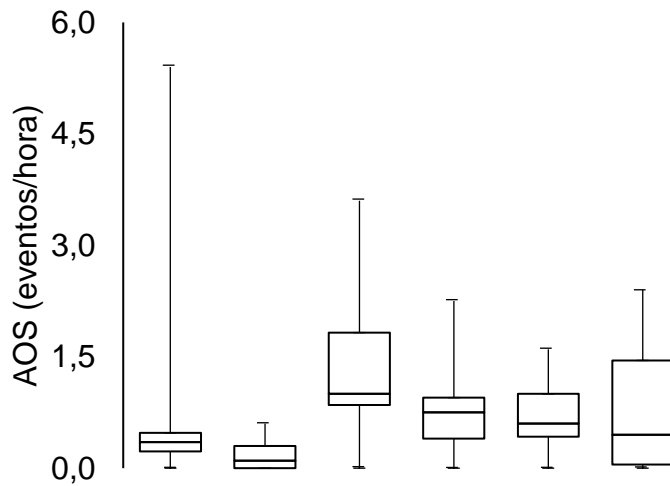
Figura 11 - Índices de tempo de uso, tempo em rampa e tempo de máscara desligada durante a fase experimental



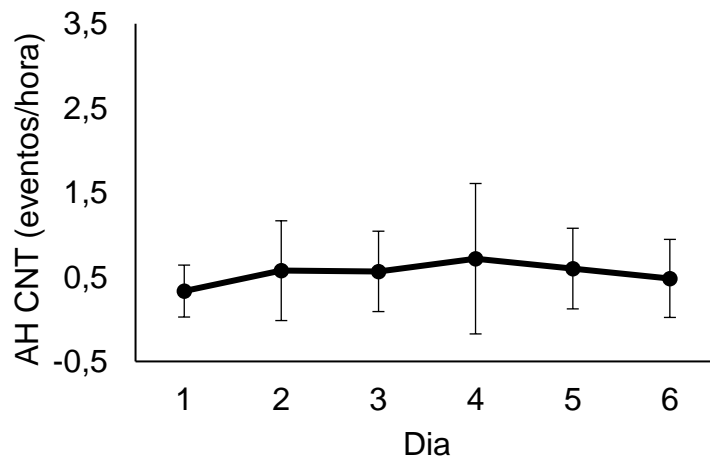
Sobre a apneia obstrutiva do sono, não houve diferença entre os dias da fase com CPAP para os índices de AOS ($X^2_{(7)} = 4,83$, $p = 0,43$). A MED (IQR) do máximo de fugas, em eventos/hora, para os D1, D2, D3, D4, D5 e D6 foram de 0,25 (0 – 0,3), 0,1 (0 – 0,5), 0,9 (0,2– 2,9), 0,7 (0,1 – 0,9), 0,6 (1,2 – 1,3) e 0,1 (0 – 1,3), respectivamente (Figura 12A). Com relação à apneia central do sono em cada dia da fase experimental (Figura 12B), a ANOVA de medidas repetidas não identificou diferença significativa entre os dias dessa fase ($F_{7; 35} = 0,45$; $p = 0,80$; $\eta^2 = 0,13$). A $M \pm DP$ da apneia central do sono em cada dia da fase experimental foram de $0,3 \pm 0,3$ eventos/hora no D1, de $0,5 \pm 0,5$ eventos/hora no D2, de $0,5 \pm 0,4$ eventos/hora no D3, de $0,7 \pm 0,8$ eventos/hora no D4, de $0,6 \pm 0,4$ eventos/hora no D5 e de $0,4 \pm 0,4$ eventos/hora no D6.

Figura 12 - Índices de apneia/hiponéia obstrutiva e apneia/hiponéia central durante a fase experimental

A



B



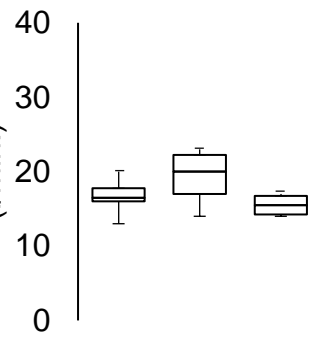
Legenda: AH OBS = Apneia/hiponéia obstrutiva do sono; AH CNT = apneia/hiponéia central do sono.

Com relação aos índices de fuga, não houve diferença entre os dias da fase com CPAP para a fuga mínima ($X^2_{(7)} = 9,09$, $p = 0,10$). A MED (IQR) do mínimo de fugas, em litros/minuto para os D1, D2, D3, D4, D5 e D6, foram de 17,5 (14,7 – 19,5), 20 (15 – 22,7), 16,5 (14,5 – 17), 15,5 (14,2 – 18,2), 16 (13,7 – 19) e 17 (14 – 17), respectivamente (Figura 13A). Da mesma forma, não houve diferença entre os dias da fase com CPAP para a fuga média ($X^2_{(7)} = 5,64$, $p = 0,34$). A MED (IQR) da fuga média, em litros/minuto para os D1, D2, D3, D4, D5 e D6, foram de 40,5 (31,7 – 56,7), 44,5 (40,2 – 46,5), 46 (36,2 – 59,5), 48,5 (41,5 – 58,5), 44,5 (30,2 – 56,5) e 42,5 (33,5 – 51,5), respectivamente (Figura 13B). No que se refere à fuga máxima, também não houve diferença entre os dias da fase com CPAP ($X^2_{(7)} = 3,69$, $p = 0,59$). Por fim, o percentual de tempo acima da fuga limite também não foi diferente entre os 6 dias de uso da fase com CPAP ($X^2_{(7)} = 6,81$, $p = 0,23$). A MED (IQR) do percentual de tempo acima da fuga limite, para os D1, D2, D3, D4, D5 e D6, foram de 2,5 (0,3 – 10,3), 2 (0 – 4,4), 2,7 (0 – 23), 9,8 (1,2 – 16,4), 4,5 (0,4 – 16,6) e 4,2 (1 – 6,5), respectivamente (Figura 13C).

Figura 13 - Índices de fuga mínima, de fuga média e de tempo acima da fuga limite durante a fase experimental

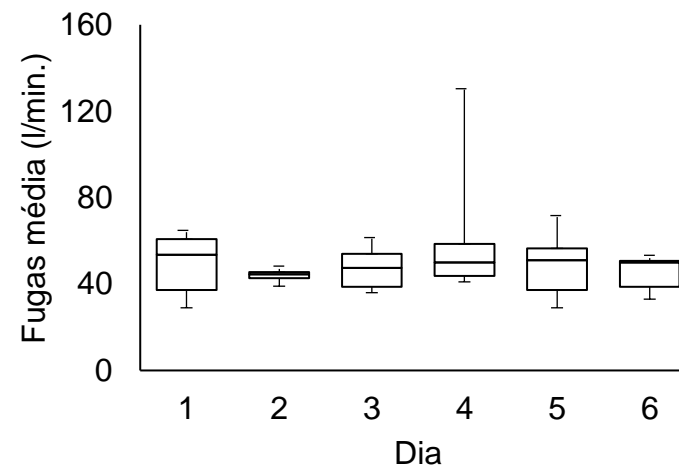
A

Fugas mínimas
(l/min.)



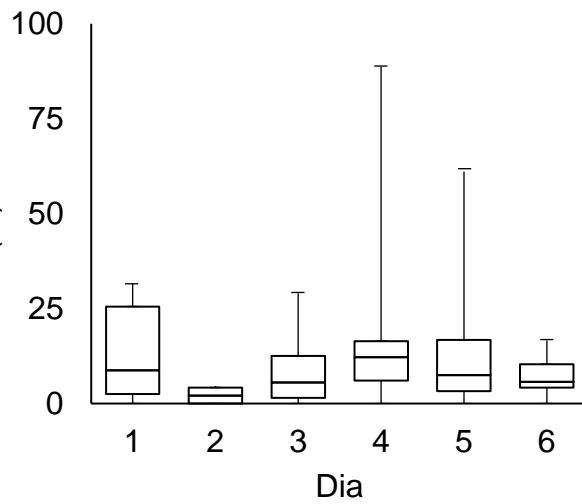
B

Fugas média (l/min.)



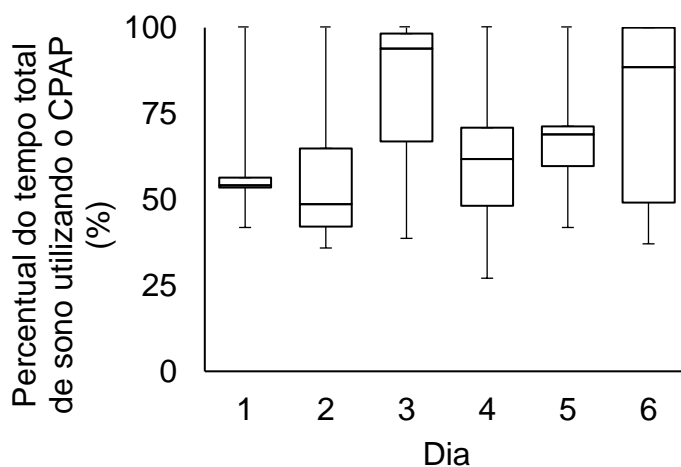
C

Tempo acima da fuga limite
(%)



Com relação ao percentual do tempo total de sono utilizando o CPAP, não foi observada diferença entre os dias de uso da fase experimental ($X^2_{(7)} = 1,55$, $p = 0,90$). A MED (IQR) do percentual do tempo total de sono usando o CPAP, para os D1, D2, D3, D4, D5 e D6, foram de 54,1 (53,5 – 56,3), 48,7 (42,1 – 64,9), 93,9 (66,8 – 98,3), 61,8 (48,1 – 70,9), 68,9 (59,7 – 71,3) e 88,5 (49,1 – 100), respectivamente (Figura 14).

Figura 14 - Percentual do tempo total de sono utilizando o CPAP



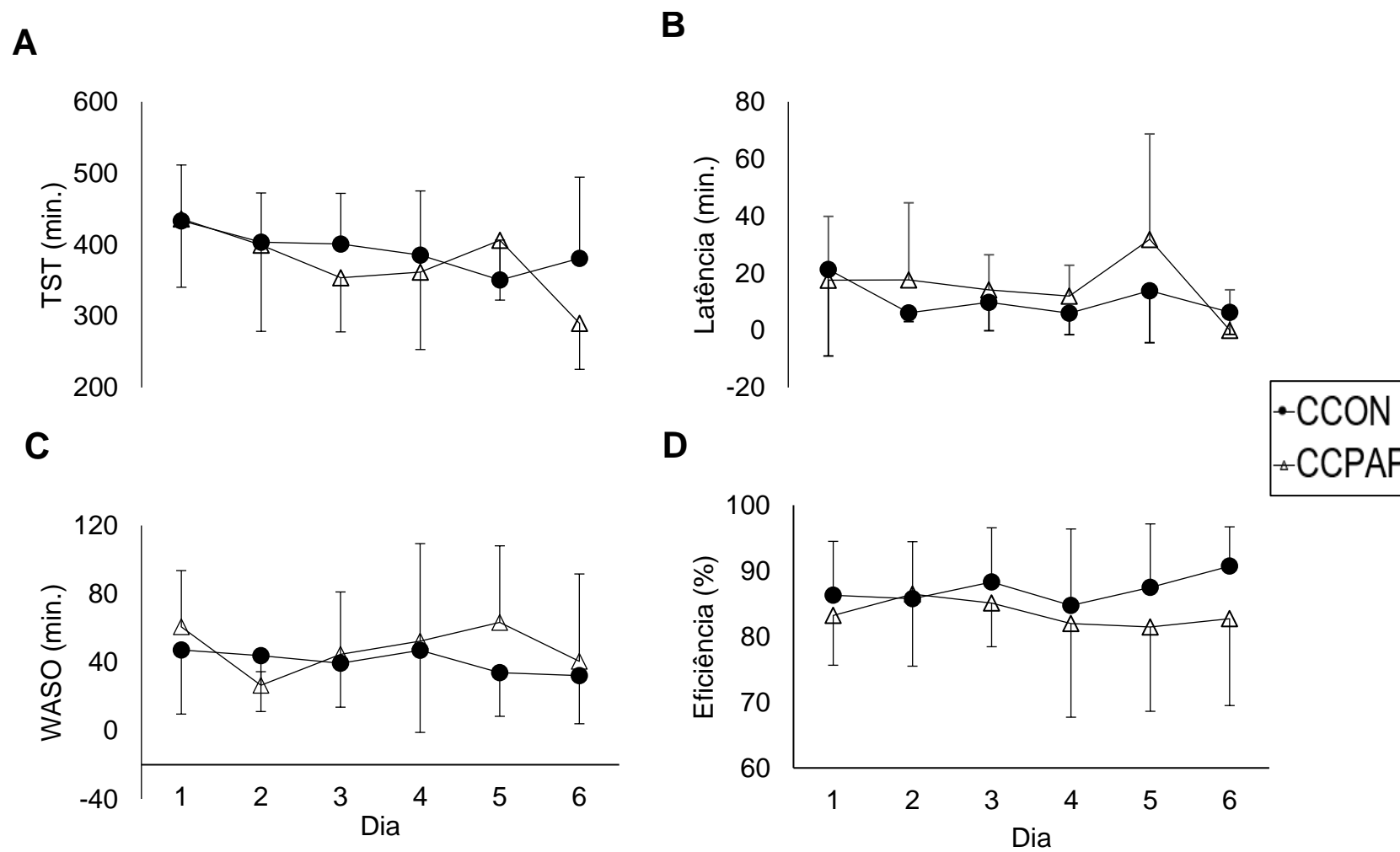
Comparação das medidas de sono entre a CCON e CCPAP

O comportamento diário das medidas de sono nas duas fases do estudo está apresentado na figura 15. A ANOVA não verificou efeito do tempo, da condição ou da interação entre os fatores para o TST (tempo: $F_{2,006; 6,017} = 2,09$; $p = 0,20$; $\eta^2 = 0,41$; condição: $F_{1,3} = 0,13$; $p = 0,74$; $\eta^2 = 0,04$; interação: $F_{1,540; 4,619} = 2,46$; $p = 0,18$; $\eta^2 = 0,45$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ do TST no D1 foram de $410,2 \pm 59,4$ minutos, no D2 de $403,1 \pm 75,4$ minutos, no D3 de $394 \pm 75,4$ minutos, no D4 de $372,6 \pm 91,4$ minutos, no D5 de $336,1 \pm 45,1$ minutos, e no D6 de $360 \pm 108,4$ minutos. Durante a fase com CPAP, o TST no D1 apresentou $M \pm DP$ de $505,6 \pm 102,3$ minutos, no D2 de $346 \pm 184,7$ minutos, no D3 de $406,5 \pm 99,3$ minutos, no D4 de $414 \pm 103,8$ minutos, no D5 de $503,8 \pm 114,6$ minutos, e no D6 de $282,3 \pm 157$ minutos (Figura 15A). Da mesma forma, a ANOVA não identificou diferenças significativas para a latência do sono (tempo: $F_{1,515; 4,546} = 0,88$; $p = 0,44$; $\eta^2 = 0,22$; condição: $F_{1; 3} = 1,78$; $p = 0,27$; $\eta^2 = 0,37$; interação: $F_{1,422; 4,265} = 0,29$; $p = 0,69$; $\eta^2 = 0,08$). No CCON, a M

\pm DP da latência do sono foram de $19,1 \pm 31,4$ minutos, $5,6 \pm 3$ minutos, $11,3 \pm 10$ minutos, $7 \pm 7,6$ minutos, $16,1 \pm 18,7$ minutos e $3,6 \pm 3,7$ minutos, nos D1, D2, D3, D4, D5 e D6, respectivamente. No CCPAP, a $M \pm DP$ da latência do sono foram de $9,6 \pm 8,5$ minutos, $21,2 \pm 28,5$ minutos, 13 ± 13 minutos, $10 \pm 10,2$ minutos, $34,6 \pm 39,5$ minutos e $16,6 \pm 15,5$ minutos, nos D1, D2, D3, D4, D5 e D6, respectivamente (Figura 15B).

A ANOVA não observou efeito do tempo, da condição ou da interação entre os fatores para o WASO (tempo: $F_{2,078; 6,235} = 2,45$; $p = 0,16$; $\eta^2 = 0,45$; condição: $F_{1; 3} = 2,56$; $p = 0,20$; $\eta^2 = 0,46$; interação: $F_{1; 5} = 2,39$; $p = 0,19$; $\eta^2 = 0,44$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ do WASO no D1 foram de $44,1 \pm 40,8$ minutos, no D2 de $49,6 \pm 31,6$ minutos, no D3 de $43,6 \pm 25,3$ minutos, no D4 de $46,6 \pm 52,6$ minutos, no D5 de $37,3 \pm 26$ minutos, e no D6 de $34 \pm 30,3$ minutos. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ do WASO foram de $67,6 \pm 29,8$ minutos no D1, no D2 de $28,2 \pm 7,5$ minutos, no D3 de $49,8 \pm 37$ minutos, no D4 de $57,8 \pm 60,4$ minutos, no D5 de 72 ± 42 minutos, e no D6 de $46,4 \pm 54,8$ minutos (Figura 15C). De forma similar, não houve efeito do tempo, da condição ou da interação entre os fatores para a eficiência do sono (tempo: $F_{1,626; 4,878} = 0,71$; $p = 0,50$; $\eta^2 = 0,19$; condição: $F_{1; 3} = 4,73$; $p = 0,11$; $\eta^2 = 0,61$; interação: $F_{1,555; 4,664} = 0,39$; $p = 0,64$; $\eta^2 = 0,11$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ da eficiência do sono no D1 foram de $84,6 \pm 8,1$ %, no D2 de $84,2 \pm 8,4$ %, no D3 de $86,9 \pm 8,1$ %, no D4 de $83,9 \pm 12,5$ %, no D5 de $85,9 \pm 9,5$ %, e no D6 de $90,5 \pm 6,5$ %. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ da eficiência do sono foram de $82,9 \pm 8,2$ % no D1, no D2 de $84,5 \pm 11$ %, no D3 de $83,9 \pm 6,4$ %, no D4 de $80,4 \pm 15$ %, no D5 de $79,3 \pm 12,6$ %, e no D6 de $80,7 \pm 13,7$ % (Figura 15D).

Figura 15 - Medidas de sono sem CPAP e com CPAP



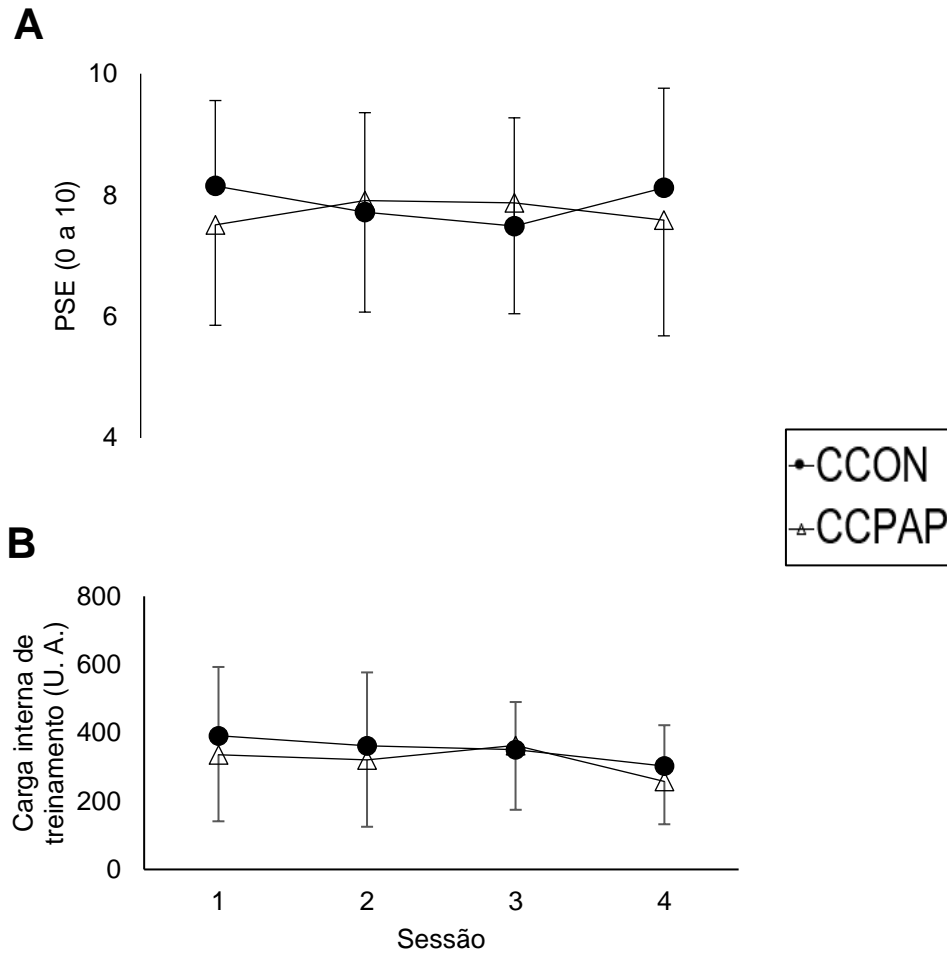
Legenda: CCON = Condição controle; CCPAP = Condição com CPAP; TST = Tempo total de sono; WASO = Número de despertares.

Comparação das medidas de treino, recuperação física e de desempenho físico entre CCON e CCPAP

Medidas de treino

No que se refere às medidas de treino, a ANOVA não revelou efeito do tempo, da condição ou da interação entre os fatores para a PSE-s (tempo: $F_{3, 18} = 0,32$; $p = 0,80$; $\eta^2 = 0,05$; condição: $F_{1, 6} = 0,90$; $p = 0,77$; $\eta^2 = 0,01$; interação: $F_{3, 18} = 2,08$; $p = 0,13$; $\eta^2 = 0,25$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ da PSE-s na S1 foram de $8,1 \pm 1,4$, na S2 de $7,7 \pm 1,6$, na S3 de $7,4 \pm 1,7$ e na S4 de $7,8 \pm 2$. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ da PSE-s na S1 foram de $6,6 \pm 2,6$, na S2 de $7,6 \pm 2,3$, na S3 de $7,5 \pm 2,3$ e na S4 de $7,3 \pm 2,3$ (Figura 16A). De forma similar, a ANOVA não observou efeito da condição ($F_{1, 7} = 0,96$; $p = 0,35$; $\eta^2 = 0,12$), do tempo ($F_{3, 21} = 2,21$; $p = 0,11$; $\eta^2 = 0,24$) ou da interação entre os fatores ($F_{3, 21} = 0,47$; $p = 0,70$; $\eta^2 = 0,06$) para a carga interna de treino. Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ da carga interna de treino na S1 foram de $391,6 \pm 201,4$ U. A., na S2 de 362 ± 215 U. A., na S3 de $350,6 \pm 139,7$ U. A. e na S4 de $302,7 \pm 119,7$ U. A. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ da carga interna de treino na S1 foram de $335,8 \pm 194,8$ U. A., na S2 de $320,7 \pm 195,7$ U. A., na S3 de $363,4 \pm 188,7$ U. A. e na S4 de $257,7 \pm 125,4$ U. A. (Figura 16B).

Figura 16 - Medidas de treino sem CPAP e com CPAP



Legenda: CCON = Condição controle; CCPAP = Condição com CPAP; U. A. = Unidade arbitrária.

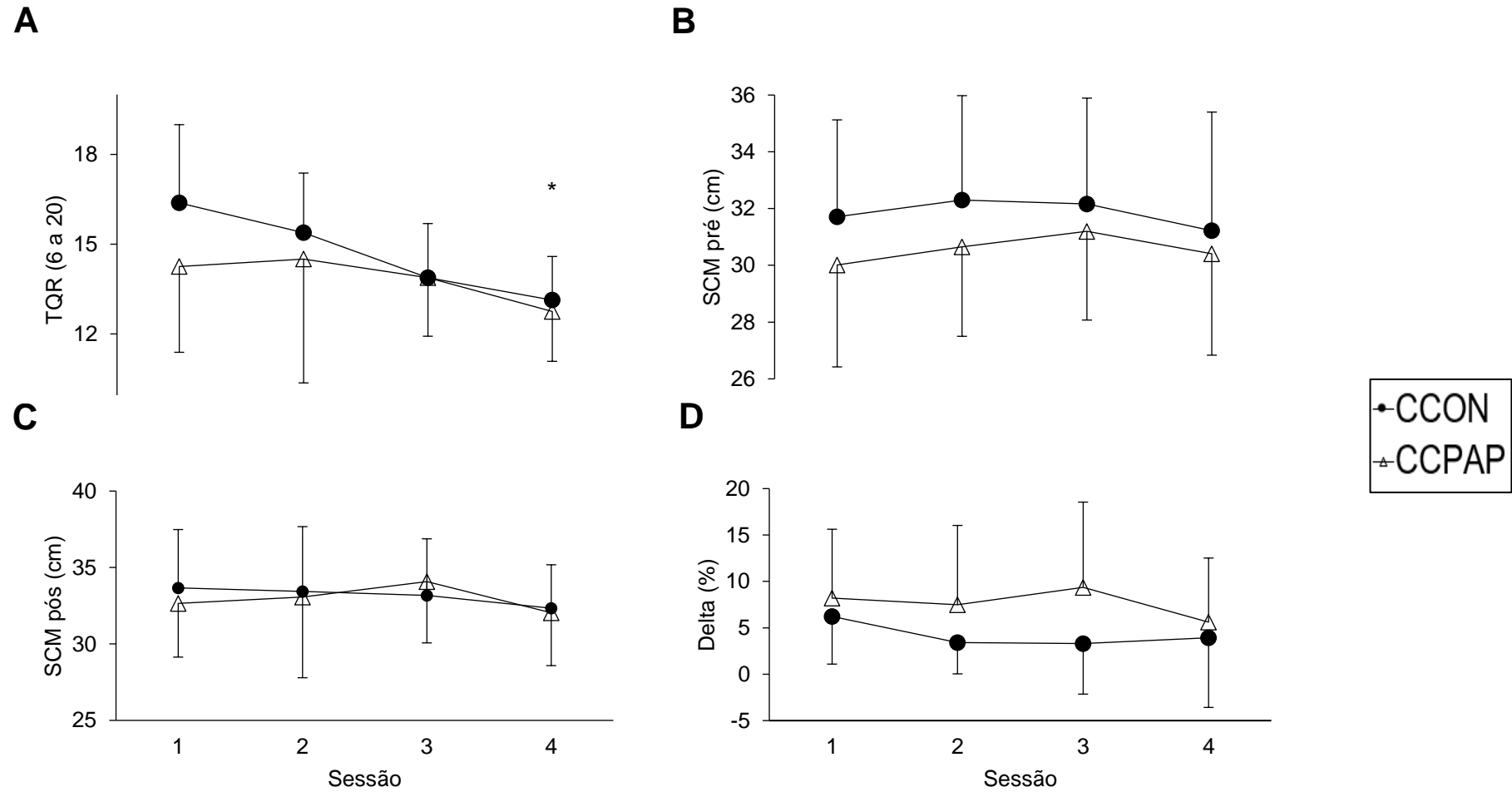
Medidas de recuperação física

Com relação às medidas de recuperação, a ANOVA verificou efeito do tempo no comportamento da recuperação percebida (tempo: $F_{3, 18} = 4,74$; $p = 0,01$; $\eta^2 = 0,40$). A análise post-hoc observou que, na última sessão experimental, a recuperação percebida foi menor do que a primeira e a segunda sessão experimental ($p = 0,03$ e $p = 0,01$, respectivamente). No entanto, não foi observado efeito da condição ou da interação entre os fatores na recuperação percebida (condição: $F_{1, 7} = 2,75$; $p = 0,14$; $\eta^2 = 0,28$; interação: $F_{3, 21} = 1,60$; $p = 0,21$; $\eta^2 = 0,18$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ da TQR na S1 foram de $16,3 \pm 2,6$ U. A., na S2 de $15,3 \pm 1,9$ U. A., na S3 de $13,8 \pm 1,8$ U. A. e na S4 de $13,1 \pm 1,4$ U. A. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ da TQR na S1 foram de $14,2 \pm 2,8$ U. A., na S2 de $14,5 \pm 4,1$ U. A., na S3 de $13,8 \pm 1,9$ U. A. e na S4 de $12,7 \pm 1,6$ U. A. (Figura 17A).

Também não foi observada diferença no salto pré-sessão (tempo: $F_{3, 18} = 2,87$; $p = 0,06$; $\eta^2 = 0,32$; condição: $F_{1, 6} = 3,30$; $p = 0,11$; $\eta^2 = 0,35$; interação: $F_{3, 18} = 0,61$; $p = 0,98$; $\eta^2 = 0,01$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ do salto pré-sessão na S1 foram de $31,7 \pm 3,4$ cm, na S2 de $32,3 \pm 3,6$ cm, na S3 de $32,1 \pm 3,7$ cm e na S4 de $31,2 \pm 4,1$ cm. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ do salto pré-sessão foram de $30 \pm 3,5$ cm na S1, de $30,6 \pm 3,1$ cm na S2, de $31,1 \pm 3,1$ cm na S3 e de $30,4 \pm 3,5$ cm na S4 (Figura 17B). Similarmente, a ANOVA não observou diferença no salto pós-sessão pós (tempo: $F_{3, 18} = 2,47$; $p = 0,09$; $\eta^2 = 0,29$; condição: $F_{1, 6} = 0,22$; $p = 0,65$; $\eta^2 = 0,03$; interação: $F_{3, 18} = 0,86$; $p = 0,47$; $\eta^2 = 0,12$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ do salto pré-sessão foram de $33,6 \pm 3,8$ cm na S1, de $33,4 \pm 4,2$ cm na S2, de $33,1 \pm 3,7$ cm na S3 e de $32,2 \pm 2,8$ cm na S4. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ do salto pré-sessão foram de $32,6 \pm 3,5$ cm na S1, de $33 \pm 5,2$ cm na S2, 34 ± 4 cm na S3 e de $32 \pm 3,4$ cm na S4 (Figura 17C).

Por fim, a ANOVA também não identificou diferenças no delta do salto (tempo: $F_{3, 18} = 0,77$; $p = 0,52$; $\eta^2 = 0,11$; condição: $F_{1, 6} = 2,49$; $p = 0,16$; $\eta^2 = 0,29$; interação: $F_{3, 18} = 0,52$; $p = 0,66$; $\eta^2 = 0,08$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ do delta do salto na S1 foram de $6,2 \pm 5,1\%$, na S2 de $3,4 \pm 3,3\%$, na S3 de $3,3 \pm 5,4\%$ e na S4 de $3,9 \pm 7,5\%$. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ do delta do salto foram de $8,1 \pm 7,4\%$ na S1, de $7,4 \pm 8,5\%$ na S2, de $9,3 \pm 9,1\%$ na S3 e de $4, de $5,6 \pm 6,9\%$ na S4 (Figura 17D).$

Figura 17 - Medidas de recuperação física sem CPAP e com CPAP

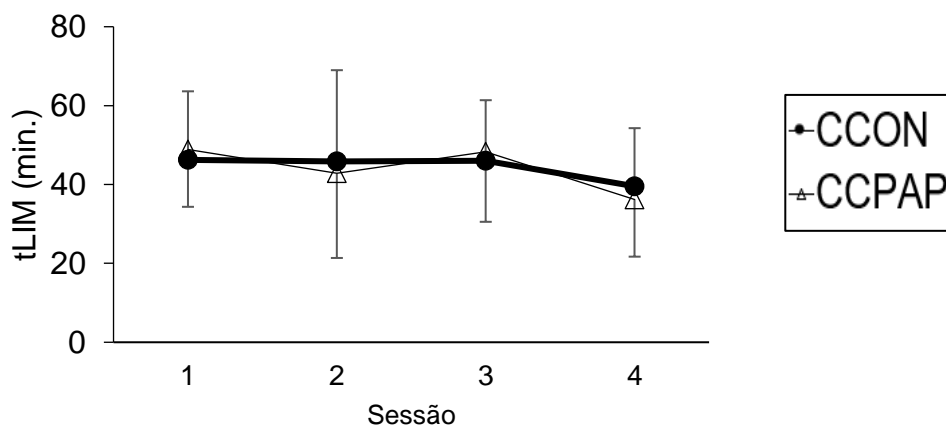


Legenda: CCON = Condição controle; CCPAP = Condição com CPAP; SCM = Salto contramovimento; TQR = Total quality recovery. * = Diferença significativa para as sessões 1 e 2.

Medida de desempenho físico

Referente ao desempenho físico (Figura 18), a ANOVA não observou efeito do tempo, da condição ou da interação entre os fatores para o tempo até exaustão (tempo: $F_{3, 21} = 2,32$; $p = 0,10$; $\eta^2 = 0,25$; condição: $F_{1, 7} = 0,02$; $p = 0,88$; $\eta^2 = 0,00$; interação: $F_{3, 21} = 0,46$; $p = 0,70$; $\eta^2 = 0,06$). Durante a fase sem CPAP, a $M \pm DP$ do tLIM na S1 foram de $46,2 \pm 17,3$ minutos, na S2 de $45,8 \pm 23,1$ minutos, na S3 de $46 \pm 15,3$ minutos e na S4 de $39,5 \pm 14,7$ minutos. Durante a fase com CPAP, a $M \pm DP$ do tLIM na S1 foram de $48,8 \pm 14,5$ minutos, na S2 de $42,8 \pm 21,4$ minutos, na S3 de $48,3 \pm 17,7$ minutos e na S4 de $36,1 \pm 14,4$ minutos.

Figura 18 - Medida de desempenho físico sem CPAP e com CPAP



Legenda: CCON = Condição controle; CCPAP: Condição com CPAP; tLIM = Tempo limite até exaustão.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Até o momento, este é o primeiro estudo a investigar o efeito do uso do CPAP durante o sono noturno nas medidas de sono, de recuperação física, de treino e de desempenho físico de corredores, sem queixas ou presença diagnosticada de distúrbios do sono. Contrariando nossas hipóteses, o uso do CPAP durante o período noturno não afetou tais medidas analisadas.

Referente à descrição das medidas de sono dos voluntários, alguns aspectos são importantes. Todos os voluntários apresentaram PSQI < 5, ou seja, foram classificados como bons dormidores. Contudo, as medidas de sono coletadas pela actigrafia apresentaram valores que devem ser destacados. Dos 12 dias analisados (6 dias na CCON + 6 dias na CCPAP), em apenas 2 dias os voluntários apresentaram tempo total de sono entre 420 a 480 minutos. Essa quantidade de sono tem sido recomendada para adultos normais (HIRSHKOWITZ, M *et al.*, 2015). Da mesma forma, o WASO se mostrou com valores acima do considerado normal (MATURA *et al.*, 2017). Durante todo estudo, em apenas um dia, os voluntários apresentaram WASO < 30 minutos. Consequentemente, a eficiência de sono dos voluntários também apresentou valores abaixo do considerado normal (BRZEZINSKI *et al.*, 2005). Na CCON, em apenas um dia, a média da eficiência foi acima de 90%. Na CCPAP, os valores também foram baixos, e, interessantemente, a média da eficiência no dia 5 foi de 79%, e no dia 6 foi de 80%. Dessa forma, os voluntários podem estar em um período de débito de sono, afetando as medidas de treino, de recuperação e de desempenho.

No que se refere às medidas de sono e ao efeito da intervenção, nossos resultados apresentaram que o uso do CPAP não alterou as variáveis quantitativas ou qualitativas. O uso do CPAP pode não alterar medidas quantitativas de sono observadas com o uso da actigrafia, como o tempo total de sono. Por outro lado, uma alteração em medida qualitativa, como a eficiência do sono, pode ser observada (TACHIKAWA *et al.*, 2017). A classificação como bons dormidores (PSQI < 5) justifica a ausência de alterações positivas nos parâmetros de sono. Por outro lado, surpreendentemente, o uso do CPAP não impactou negativamente nessas medidas. Esse fato pode ser explicado pelo período de adaptação que foi recomendado aos voluntários na CCPAP. O uso do CPAP por uma semana como adaptação, além da

disponibilidade de informações e de uma pessoa especializada no uso do aparelho, mostrou-se eficaz em promover o conhecimento do uso correto do aparelho, o que impediu que se alterasse o padrão de sono dos voluntários. Esta estratégia tem sido relatada como eficaz para a aderência ao uso do CPAP (MEHRTASH; BAKKER; AYAS, 2019). Nesse sentido, o uso do CPAP por uma semana no sono noturno, realçando o potencial benefício de seu uso e a disponibilidade de um especialista para o acompanhamento em indivíduos saudáveis, parece ser suficiente para a adaptação ao uso do aparelho.

Com relação às medidas de recuperação, os voluntários descreveram menor recuperação percebida na última sessão de exercício físico de cada fase do estudo. Essa resposta foi decorrente da fadiga percebida acumulada ao longo das sessões de exercício físico. A utilização de descritores subjetivos para avaliar a fadiga tem recebido atenção por pesquisadores e treinadores ao longo dos últimos anos (COUTTS; REABURN, 2008). Esse modo de avaliar a fadiga é um método não invasivo e prático, favorecendo o monitoramento do trabalho exercido pelo voluntário/atleta. Similar aos nossos resultados, Hogarth; Burkett e Mckean (2015), observaram uma redução na recuperação percebida, sem concomitante relação linear nos valores objetivos de recuperação. Tal fato pode ser explicado pela responsividade das respostas subjetivas frente à carga de treino (SAW; MAIN; GASTIN, 2016). Esse comportamento também pode ser explicado pelo fato de as respostas perceptuais apresentarem um padrão de recuperação diferente das respostas objetivas. Considerando que a forma como o sujeito percebe o estresse pode afetar o desempenho esportivo (MARCORA, 2008), mais atenção deve ser despendida no comportamento de recuperação das respostas subjetivas. Utilizando esse tipo de resposta, treinadores e pesquisadores poderão observar, de forma mais rápida, possíveis alterações objetivas.

Com relação ao efeito do CPAP nas medidas de recuperação física e de treino, foi observado que a ventilação não-invasiva não alterou a recuperação percebida, o SCM pré e pós, o delta do salto, a percepção subjetiva de esforço da sessão e a carga interna de treino. Diferentes estratégias de recuperação têm sido utilizadas para atletas, como criomersão, massagem, câmeras hiperbáricas e roupas de compressão (CROWTHER *et al.*, 2019; PEAKE, 2019). Estudos têm analisado novas estratégias de recuperação que aumentem a oferta de oxigênio pós-sessão de treinamento.

Nessa situação, a oferta do oxigênio poderia reduzir a hipóxia tecidual decorrente do dano muscular, limitando o edema e preservando a homeostasia local, o que favorecia a recuperação pós-exercício físico. Contudo, os resultados são contraditórios nesse tipo de recuperação (CHAILLOU AND LANNER, 2016). Por exemplo, Abaidia et al. (2019) submetem 10 atletas a um protocolo de exercícios para induzir dano muscular. No dia seguinte, os atletas realizaram um protocolo de exercício intermitente por 12 minutos (para aumentar a oxigenação muscular) ou recuperação passiva. Apesar do aumento nos flexores de joelhos pelo protocolo experimental, os autores não observaram efetividade na recuperação física com o protocolo experimental. Branco *et al.* (2016) colocaram atletas de jiu-jitsu em uma câmara hiperbárica por 2 horas após a prática de luta. Os autores não observaram efeito da condição nas medidas objetivas de recuperação, assim como na percepção de esforço da sessão. Nesse sentido, mais estudos são necessários para verificar o efeito da utilização do CPAP no processo de recuperação em indivíduos sem apneia.

Acerca do efeito no desempenho físico, o uso do CPAP durante o sono noturno não afetou o tempo de corrida até exaustão. A hipótese de que o CPAP poderia promover ajustes positivos no sistema cardiorrespiratório durante o sono noturno, e que esses ajustes poderiam ser expressos em melhora no desempenho físico, foi rejeitada. Diferentemente de nossa amostra que apresentou baixo risco de SAOS, em indivíduos com SAOS, essa ferramenta pode auxiliar na recuperação, considerando que seu uso pode afetar positivamente o sono do sujeito. Ackel-D'elia *et al.* (2012) verificaram que o uso do CPAP, somado ao treinamento físico, promoveu melhoria na arquitetura do sono, com esse efeito permanecendo por maior tempo do que o tratamento apenas com CPAP. Além disso, pesquisadores têm utilizado auxiliares ventilatórios em indivíduos saudáveis para verificar seu efeito no desempenho físico. Romer *et al.* (2007) observaram uma redução no consumo de oxigênio durante exercício físico incremental, enquanto de Sant'anna; Moreno e Soares (2013) observaram menor percepção do esforço e maior tempo de exercício físico no ciclo ergômetro. Entretanto, os estudos que verificaram efeito do uso do CPAP em indivíduos sem SAOS utilizaram a ventilação não-invasiva durante o exercício físico.

Não obstante, há limitações que devem ser consideradas ao interpretar os resultados desse estudo. Primeiramente, um fator importante a ser considerado é o tipo de máscara utilizado. Existem diferentes tipos de interfaces disponíveis no

mercado, como a nasal, a oral, a oronasal e a de face inteira. Cada tipo de interface apresenta pontos positivos e pontos negativos, sendo indicadas para cada tipo de caso. A máscara nasal pode apresentar maior possibilidade de vazamentos de ar pela boca, o que poderia reduzir a eficácia da pressão prescrita. Por outro lado, a máscara oronasal pode apresentar maior rejeição entre os voluntários e provocar menor aderência ao uso do CPAP (LÉOTARD *et al.*, 2019). Nesse sentido, futuras pesquisas deveriam verificar o efeito de diferentes máscaras durante o uso do CPAP em indivíduos sem apneia do sono.

Outro fato importante a ser considerado é referente à aderência ao CPAP. Conforme dito anteriormente, o limiar de 4 horas/noite tem sido utilizado como parâmetro de aderência ao CPAP (SAWYER *et al.*, 2011). A média de uso do CPAP em cada dia dos 6 dias de fase experimental foi maior do que 4 horas/noite. Considerando esse parâmetro, podemos afirmar que os voluntários aderiram ao uso do CPAP. Contudo, esse mesmo parâmetro pode não ser o melhor indicador para descrever a aderência ao CPAP. Alguns estudos discutem que o limiar de 4 horas/noite deveria ser revisto. Por exemplo, Weaver *et al.* (2007) demonstraram que, após 3 meses de tratamento com CPAP, a redução na sonolência subjetiva foi linear com a quantidade de horas de uso do CPAP por noite. Kulkas *et al.* (2018) observaram uma relação de dose-resposta entre o uso do CPAP e os benefícios em determinadas variáveis. Os autores verificaram que, quanto maior o percentual do TST utilizando o CPAP, menor foi o índice de apneia/hipopnéia durante o período observado. É importante salientar que ambos os estudos utilizaram pacientes com SAOS. Em nosso estudo, por sua vez, a mediana (IQR) do percentual do tempo total de sono usando o CPAP foi de 54,1 (53,5 – 56,3), 48,7 (42,1 – 64,9), 93,9 (66,8 – 98,3), 61,8 (48,1 – 70,9), 68,9 (59,7 – 71,3) e 88,5 (49,1 – 100), no dia 1, dia 2, dia 3, dia 4, dia 5 e dia 6, respectivamente. Com isso, podemos especular que, com maior utilização do CPAP durante o tempo total de sono, os resultados do presente estudo para as medidas de sono, de recuperação física, de treino e de desempenho físico poderiam ser diferentes. Logo, podemos sugerir que novos estudos utilizando o CPAP por maior duração no sono noturno podem contribuir com a temática.

Talvez os dados do presente estudo podem ter apresentado resultados diferentes dos estudos de Pantiga JR (2016) devido a alguns fatores: a) no estudo de Pantiga, todos os voluntários foram avaliados por um médico, especialista em sono, e

foram avaliados pelo exame de Polissonografia; b) as máscaras utilizadas no presente estudo, por mais que ofertassem satisfação e comodidade durante o uso, podem não ter ofertado a quantidade de oxigênio necessário para que houvesse uma devida disponibilidade de oxigênio durante o sono.

6 CONCLUSÃO

O uso do CPAP durante o sono noturno por 6 noites não provocou efeito nas medidas de sono, de treino e de recuperação física. Além disso, não houve efeito na medida de desempenho físico em nenhum dia da fase experimental. Mais estudos utilizando diferentes pressões e diferentes máscaras são sugeridos para observações futuras do efeito do CPAP no desempenho e na recuperação física.

REFERÊNCIAS

AASM. **ICSD - International classification of sleep disorders, revised: Diagnostic and coding manual**. Chicago, Illinois: American Academy of Sleep Medicine, 2005.

ACKEL-D'ELIA, C. *et al.* Effects of exercise training associated with continuous positive airway pressure treatment in patients with obstructive sleep apnea syndrome. **Sleep Breath.**, v. 16, n. 3, p. 723-735, 2012.

AMBROSINO, N.; STRAMBI, S. New strategies to improve exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease. **Eur. Respir J.**, v. 24, n. 2, p. 313-322, 2004.

ANCOLI-ISRAEL, S. *et al.* The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms. **Sleep**, v. 26, n. 3, p. 342-392, 2003.

ANCOLI-ISRAEL, S. *et al.* The SBSM guide to actigraphy monitoring: clinical and research applications. **Behav. Sleep Med.**, v. 13, n. sup1, p. S4-S38, 2015.

ASERINSKY, E.; KLEITMAN, N. Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. **J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.**, v. 15, n. 4, p. 454-455, 2003.

BERSTEN, A. *et al.* Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. **N. Engl. J. Med.**, v. 325, n. 26, p. 1825-1830, 1991.

BILLAT, V. *et al.* Effect of free versus constant pace on performance and oxygen kinetics in running. **Med. Sci. Sports Exer.**, v. 33, n. 12, p. 2082-2088, 2001.

BISHOP, P.; JONES, E.; WOODS, A. Recovery from training: a brief review: brief review. **J. Strength Cond. Res.**, v. 22, n. 3, p. 1015-1024, 2008.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Med.**, v. 39, n. 9, p. 779-795, 2009.

BRANCO, B. *et al.* The effects of hyperbaric oxygen therapy on post-training recovery in jiu-jitsu athletes. **PloS one**, v. 11, n. 3, p. e0150517, 2016.

BROWN, M. *et al.* Adaptation to damaging dance and repeated-sprint activity in women. **J. Strength Cond. Res.**, v. 30, n. 9, p. 2574-2581, 2016.

BROWNSTEIN, C. *et al.* Etiology and recovery of neuromuscular fatigue following competitive soccer match-play. **Front. Physiol.**, v. 8, p. 831, 2017.

BRZEZINSKI, A. *et al.* Effects of exogenous melatonin on sleep: a meta-analysis. **Sleep Med. Rev.**, v. 9, n. 1, p. 41-50, 2005.

BUSSO, T. Variable dose-response relationship between exercise training and performance. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 35, n. 7, p. 1188-1195, 2003.

BUSSO, T. *et al.* Effects of training frequency on the dynamics of performance response to a single training bout. **J. Appl. Physiol.**, v. 92, n. 2, p. 572-580, 2002.

BUYSSE, D. *et al.* The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. **Psychiatry Res.**, v. 28, n. 2, p. 193-213, 1989.

BYRNE, C.; TWIST, C.; ESTON, R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. **Sports Med.**, v. 34, n. 1, p. 49-69, 2004.

CAIOZZO, V. *et al.* A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. **J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol.**, v. 53, n. 5, p. 1184-1189, 1982.

CHAMBERS, C. *et al.* Time course of recovery of vertical jump height and heart rate versus running speed after a 90-km foot race. **J. Sports Sci.**, v. 16, n. 7, p. 645-651, 1998.

CHIRAKALWASAN, N. *et al.* Continuous positive airway pressure therapy in gestational diabetes with obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. **J. Clin. Sleep Med.**, v. 14, n. 3, p. 327-336, 2018.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Second. Hillsdale, Nova Jersey, Estados Unidos da América: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

COPENHAVER, E.; DIAMOND, A. The value of sleep on athletic performance, injury, and recovery in the young athlete. **Pediatr. Ann.**, v. 46, n. 3, p. e106-e111, 2017.

COREN, S. The prevalence of self-reported sleep disturbances in young adults. **Int. J. Neurosci.**, v. 79, n. 1-2, p. 67-73, 1994.

COUTTS, A.; REABURN, P. Monitoring changes in rugby league players' perceived stress and recovery during intensified training. **Percept. Mot. Skills**, v. 106, n. 3, p. 904-916, 2008.

COUTTS, A. *et al.* Monitoring for overreaching in rugby league players. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 99, n. 3, p. 313-324, 2007.

COUTTS, A.; SLATTERY, K.; WALLACE, L. Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. **J. Sci. Med. Sport**, v. 10, n. 6, p. 372-381, 2007.

CROWTHER, F. *et al.* Effects of Various Recovery Strategies on Repeated Bouts of Simulated Intermittent Activity. **J. Strength Cond. Res.**, v. 33, n. 7, p. 1781-1794, 2019.

DAHLAN, N. *et al.* Evidence base prioritisation of indoor comfort perceptions in Malaysian typical multi-storey hostels. **Build. Environ.**, v. 44, n. 10, p. 2158-2165, 2009.

DALEY, M. *et al.* Insomnia and its relationship to health-care utilization, work absenteeism, productivity and accidents. **Sleep Med.**, v. 10, n. 4, p. 427-438, 2009.

DATTILO, M. *et al.* Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. **Med. Hypotheses**, v. 77, n. 2, p. 220-222, 2011.

DAVENNE, D. Sleep of athletes—problems and possible solutions. **Biol. Rhythm Res.**, v. 40, n. 1, p. 45-52, 2009.

DAVIS, J.; BAILEY, S. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 29, n. 1, p. 45-57, 1997.

DE HOYO, M. *et al.* Influence of football match time—motion parameters on recovery time course of muscle damage and jump ability. **J. Sports Sci.**, v. 34, n. 14, p. 1363-1370, 2016.

DE SANT'ANNA, M.; MORENO, A.; SOARES, P. The effects of positive airway pressure on cardiovascular responses, perceived effort and time to exhaustion during high-intensity exercise in healthy subjects. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, v. 53, n. 6, p. 604-11, Dec 2013.

DEBIEN, P. *et al.* Monitoring training load, recovery, and performance of Brazilian professional volleyball players during a season. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**, v. 13, n. 9, p. 1182-1189, 2018.

DEL COSO, J. *et al.* Running pace decrease during a marathon is positively related to blood markers of muscle damage. **PloS one**, v. 8, n. 2, 2013.

DENEHY, L.; BERNEY, S. The use of positive pressure devices by physiotherapists. **Eur. Respir. J.**, v. 17, n. 4, p. 821-829, 2001.

EASTHOPE, C. *et al.* Reproducibility of performance and fatigue in trail running. **J. Sci. Med. Sport**, v. 17, n. 2, p. 207-211, 2014.

EDWARDS, S. **The heart rate monitor book.** Nova Iorque: Polar Electro Oy, 1993. 170.

ERLACHER, D. *et al.* Sleep habits in German athletes before important competitions or games. **J. Sports Sci.**, v. 29, n. 8, p. 859-866, 2011.

FLECKENSTEIN, J.L. *et al.* Acute effects of exercise on MR imaging of skeletal muscle in normal volunteers. **AJR Am. J. Roentgenol.**, v. 151, n. 2, p. 231-237, 1988.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 30, n. 7, p. 1164-8, Jul 1998.

FOSTER, C. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **J. Strength Cond. Res.**, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001a.

_____. A new approach to monitoring exercise training. **J. Strength Cond. Res.**, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001b.

FOSTER, C. *et al.* Effects of specific versus cross-training on running performance. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 70, n. 4, p. 367-72, 1995.

FOSTER, C.; SNYDER, A.; WELSH, R. Monitoring of training, warm up, and performance in athletes. In: (Ed.). **Overload, performance incompetence, and regeneration in sport**: Springer, 1999. p.43-51.

FREDSTED, A.; CLAUSEN, T.; OVERGAARD, K. Effects of step exercise on muscle damage and muscle Ca²⁺ content in men and women. **J. Strength Cond. Res.**, v. 22, n. 4, p. 1136-1146, 2008.

FUJIKAKE, T.; HART, R.; NOSAKA, K. Changes in B-mode ultrasound echo intensity following injection of bupivacaine hydrochloride to rat hind limb muscles in relation to histologic changes. **Ultrasound Med Biol.**, v. 35, n. 4, p. 687-696, 2009.

FULLAGAR, H. *et al.* Sleep, travel, and recovery responses of national footballers during and after long-haul international air travel. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**, v. 11, n. 1, p. 86-95, 2016.

FULLAGAR, H. *et al.* Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. **Sports Med.**, v. 45, n. 2, p. 161-186, 2015.

GABBETT, T.; JENKINS, D. Relationship between training load and injury in professional rugby league players. **J. Science Med. Sport**, v. 14, n. 3, p. 204-209, 2011.

GABBETT, T.J. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? **Br. J. Sports Med.**, v. 50, n. 5, p. 273-280, 2016.

GAESSER, G.; BROOKS, G. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 16, n. 1, p. 29-43, 1984.

GANDEVIA, S.C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiol. Rev.**, v. 81, n. 4, p. 1725-89, Oct 2001.

GARCIA, C. *et al.* Influence of gymnastics training on the development of postural control. **Neurosci. Lett.**, v. 492, n. 1, p. 29-32, 2011.

GARVEY, J.; MCNICHOLAS, W. Continuous positive airway pressure therapy: new generations. **Indian J. Med. Res.**, v. 131, p. 259-266, 2010.

GHERINI, S.; PETERS, R.; VIRGILIO, R. Mechanical work on the lungs and work of breathing with positive end-expiratory pressure and continuous positive airway pressure. **Chest**, v. 76, n. 3, p. 251-256, 1979.

GIRARD, O. *et al.* Alteration in neuromuscular function after a 5 km running time trial. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 112, n. 6, p. 2323-2330, 2012.

GOEL, N. Neurobehavioral effects and biomarkers of sleep loss in healthy adults. **Curr. Neurol. Neurosci. Rep.**, v. 17, n. 11, p. 89, 2017.

GÓMEZ, A. *et al.* The effects of a 10-kilometer run on muscle strength and power. **J. Strength Cond. Res.**, v. 16, n. 2, p. 184-191, 2002.

GREGORY, G. *et al.* Treatment of the idiopathic respiratory-distress syndrome with continuous positive airway pressure. **N. Engl. J. Med.**, v. 284, n. 24, p. 1333-1340, 1971.

HAFNER, M. *et al.* Why Sleep Matters-The Economic Costs of Insufficient Sleep: A Cross-Country Comparative Analysis. **Rand Health Q.**, v. 6, n. 4, p. 11-11, 2017.

HALSON, S. Recovery techniques for athletes. **Sports Sci. Exc.**, v. 26, n. 120, p. 1-6, 2013.

HALSON, S.L. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. **Sports Med.**, v. 44 Suppl 2, n. Suppl 2, p. S139-47, Nov 2014.

HASLER, B.; SOEHNER, A.; CLARK, D. Sleep and circadian contributions to adolescent alcohol use disorder. **Alcohol**, v. 49, n. 4, p. 377-387, 2015.

HAUSSWIRTH, C. *et al.* Evidence of disturbed sleep and increased illness in overreached endurance athletes. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 46, n. 5, p. 1036-45, 2014.

HELLSTEN-WESTING, Y.; SOLLEVI, A.; SJÖDIN, B. Plasma accumulation of hypoxanthine, uric acid and creatine kinase following exhausting runs of differing durations in man. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v. 62, n. 5, p. 380-384, 1991.

HILL, J. *et al.* The effects of compression-garment pressure on recovery after strenuous exercise. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**, v. 12, n. 8, p. 1078-1084, 2017.

HILLMAN, D. *et al.* The economic cost of inadequate sleep. **Sleep**, v. 41, n. 8, Aug 1 2018.

HIRSHKOWITZ, M. *et al.* National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations: final report. **Sleep Health**, v. 1, n. 4, p. 233-243, Dec 2015.

HIRSHKOWITZ, M. *et al.* National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations. **Sleep Health**, v. 1, n. 4, p. 233-243, 2015.

HOGARTH, L.; BURKETT, B.; MCKEAN, M. Neuromuscular and perceptual fatigue responses to consecutive tag football matches. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**, v. 10, n. 5, p. 559-565, 2015.

IFTIKHAR, I.H. *et al.* Comparative efficacy of CPAP, MADs, exercise-training, and dietary weight loss for sleep apnea: a network meta-analysis. **Sleep Med.**, v. 30, p. 7-14, Feb 2017.

IMPELLIZZERI, F.M. *et al.* Use of RPE-based training load in soccer. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 36, n. 6, p. 1042-7, Jun 2004.

ISSURIN, V.B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. **Sports Med.**, v. 40, n. 3, p. 189-206, 2010.

JOHNSON, N.; GOLDBERGER, J. Prognostic value of late heart rate recovery after treadmill exercise. **Am. J. Cardiol.**, v. 110, n. 1, p. 45-49, 2012.

JULIFF, L.; HALSON, S.; PEIFFER, J. Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. **J. Sci. Med. Sport**, v. 18, n. 1, p. 13-8, Jan 2015.

JULIFF, L.; PEIFFER, J.; HALSON, S. Night Games and Sleep: Physiological, Neuroendocrine, and Psychometric Mechanisms. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**, v. 13, n. 7, p. 867-873, Aug 1 2018.

KATZ, J. *et al.* Time course and mechanisms of lung-volume increase with PEEP in acute pulmonary failure. **Anesthesiology**, v. 54, n. 1, p. 9-16, 1981.

KAYE, D.; MANSFIELD, D.; NAUGHTON, M. Continuous positive airway pressure decreases myocardial oxygen consumption in heart failure. **Clin. Sci.**, v. 106, n. 6, p. 599-603, 2004.

KENNEY, W.; WILMORE, J.; COSTILL, D. **Physiology of sport and exercise**. 7th. Illinois, Estados Unidos da América: Human kinetics, 2019. 648 ISBN 1492585181.

KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery. **Sports Med.**, v. 26, n. 1, p. 1-16, 1998.

KIRSCHEN, G.; JONES, J.; HALE, L. The Impact of Sleep Duration on Performance Among Competitive Athletes: A Systematic Literature Review. **Clin. J. Sport Med.**, v. Publish Ahead of Print, Jun 14 2018.

KLAPCINSKA, B. *et al.* The effects of spring (300 m) running on plasma lactate, uric acid, creatine kinase and lactate dehydrogenase in competitive hurdlers and untrained men. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, v. 41, n. 3, p. 306, 2001.

KNIGHTON, D. Mechanisms of wound healing. In: KINDWALL, E. P. (Ed.). **Hyperbaric Medicine Practice**. Flagstaff, AZ: Best Publishing Company, 1994. p.119-140.

KÖLLING, S. *et al.* The longer the better: Sleep–wake patterns during preparation of the World Rowing Junior Championships. **Chronobiol. Int.**, v. 33, n. 1, p. 73-84, 2016.

KRYGER, M.; ROTH, T.; DEMENT, W. **Principles and Practice of Sleep Medicine**. Philadelphia, PA: Elsevier, 2016.

KULKAS, A. *et al.* Required CPAP usage time to normalize AHI in obstructive sleep apnea patients: a simulation study. **Physiol. Meas.**, v. 39, n. 11, p. 115009, Nov 28 2018.

LAMBERT, E.; GIBSON, A.; NOAKES, T. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. **Br. J. Sports Med.**, v. 39, n. 1, p. 52-62, 2005.

LASTELLA, M.; MEMON, A.R.; VINCENT, G.E. Global Research Output on Sleep Research in Athletes from 1966 to 2019: A Bibliometric Analysis. **Clocks & Sleep**, v. 2, n. 2, p. 99-119, 2020.

LAURENT, C. *et al.* A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. **J. Strength Cond. Res.**, v. 25, n. 3, p. 620-628, 2011.

LEEDER, J. *et al.* Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. **J. Sports Sci.**, v. 30, n. 6, p. 541-545, 2012.

LEES, A.; VANRENTERGHEM, J.; DE CLERCQ, D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. **J. Biomech.**, v. 37, n. 12, p. 1929-1940, 2004.

LÉOTARD, A. *et al.* Adherence to CPAP with a nasal mask combined with mandibular advancement device versus an oronasal mask: a randomized crossover trial. **Sleep Breath.**, v. 23, n. 3, p. 885-888, 2019.

LINDNER, K.; LOTZ, P.; AHNEFELD, F. Continuous positive airway pressure effect on functional residual capacity, vital capacity and its subdivisions. **Chest**, v. 92, n. 1, p. 66-70, 1987.

LINTHORNE, N. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **Am. J. Phys.**, v. 69, n. 11, p. 1198-1204, 2001.

LU, B.; ZEE, P. Circadian rhythm sleep disorders. **Chest**, v. 130, n. 6, p. 1915-1923, 2006.

LUECKE, T.; PELOSI, P. Clinical review: positive end-expiratory pressure and cardiac output. **Crit. Care**, v. 9, n. 6, p. 607-621, 2005.

LUM, H.; HUANG, I.; MITZNER, W. Morphological evidence for alveolar recruitment during inflation at high transpulmonary pressure. **J. Appl. Physiol.**, v. 68, n. 6, p. 2280-2286, 1990.

LUTTRELL, M.; HALLIWILL, J. Recovery from exercise: vulnerable state, window of opportunity, or crystal ball? **Front. Physiol.**, v. 6, p. 204, 2015.

MARCORA, S. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 104, n. 5, p. 929-931, 2008.

MARTINS, P.; DE MELLO, M.; TUFIK, S. Exercício e sono. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 7, n. 1, p. 28-36, 2001.

MATURA, L.A. *et al.* Slow-paced respiration therapy to treat symptoms in pulmonary arterial hypertension. **Heart Lung**, v. 46, n. 1, p. 7-13, 2017.

MAUNDER, E.; PODLOGAR, T.; WALLIS, G.A. Postexercise Fructose-Maltodextrin Ingestion Enhances Subsequent Endurance Capacity. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 50, n. 5, p. 1039-1045, 2018.

MEDICINE, A.A.O.S. **ICSD - International classification of sleep disorders, revised: Diagnostic and coding manual.** Chicago, Illinois: American Academy of Sleep Medicine, 2005.

MEHRTASH, M.; BAKKER, J.; AYAS, N. Predictors of Continuous Positive Airway Pressure Adherence in Patients with Obstructive Sleep Apnea. **Lung**, v. 197, n. 2, p. 115-121, 2019.

MEKJAVIC, I. *et al.* Hyperbaric oxygen therapy does not affect recovery from delayed onset muscle soreness. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 32, n. 3, p. 558-563, 2000.

MENZEL, H.-J. *et al.* Analysis of lower limb asymmetries by isokinetic and vertical jump tests in soccer players. **J. Strength Cond. Res.**, v. 27, n. 5, p. 1370-1377, 2013.

MUJIKKA, I. *et al.* Effects of training on performance in competitive swimming. **Can. J. Appl. Physiol.**, v. 20, n. 4, p. 395-406, 1995.

NÄSSI, A. *et al.* Psychological tools used for monitoring training responses of athletes. **Perform. Enhancement Health**, v. 5, n. 4, p. 125-133, 2017.

NEDELEC, M. *et al.* The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match. **J. Strength Cond. Res.**, v. 28, n. 6, p. 1517-1523, 2014.

NETZER, N. *et al.* Using the Berlin Questionnaire to identify patients at risk for the sleep apnea syndrome. **Ann. Intern. Med.**, v. 131, n. 7, p. 485-491, 1999.

NICOL, C.; KOMI, P.; MARCONNET, P. Fatigue effects of marathon running on neuromuscular performance: I. Changes in muscle force and stiffness characteristics. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v. 1, n. 1, p. 10-17, 1991.

NOSAKA, K. *et al.* Recovery following an Ironman triathlon: A case study. **Eur. J. Sports Sci.**, v. 10, n. 3, p. 159-165, 2010.

OLIVEIRA, M.P. *et al.* Efeito de diferentes durações de pausas sobre o salto com contramovimento. **J.Physical Educ.**, v. 29, n. e2960, p. 1-9, 2018.

OVERGAARD, K. *et al.* Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 36, n. 5, p. 821-829, 2004.

OVERMAYER, R.; DRILLER, M. Pneumatic compression fails to improve performance recovery in trained cyclists. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**, v. 13, n. 4, p. 490-495, 2017.

PANTIGA JR, G. **Efeito do uso do cpap na recuperação de atletas de alto rendimento.** Orientador: Marco Túlio de Mello. 2016. 91f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, 2016.

PEAKE, J. Recovery after exercise: what is the current state of play? **Curr. Opin. Physiol.**, v. 10, p. 17-26, 2019.

PETERSEN, K. *et al.* Muscle mechanical characteristics in fatigue and recovery from a marathon race in highly trained runners. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 101, n. 3, p. 385-396, 2007.

PORKKA-HEISKANEN, T.; STRECKER, R.; MCCARLEY, R. Brain site-specificity of extracellular adenosine concentration changes during sleep deprivation and spontaneous sleep: an in vivo microdialysis study. **Neuroscience**, v. 99, n. 3, p. 507-517, 2000.

POULTON, E. Left-sided heart failure with pulmonary oedema: Its treatment with the "pulmonary plus pressure machine". **Lancet**, v. 228, n. 5904, p. 981-983, 1936.

PUTENSEN, C. *et al.* Comparison of mask and nasal continuous positive airway pressure after extubation and mechanical ventilation. **Crit. Care Med.**, v. 21, n. 3, p. 357-362, 1993.

RAPP, D. *et al.* Reference values for peak oxygen uptake: cross-sectional analysis of cycle ergometry-based cardiopulmonary exercise tests of 10 090 adult German volunteers from the Prevention First Registry. **BMJ Open**, v. 8, n. 3, p. e018697, 2018.

RENAUD, J. The effect of lactate on intracellular pH and force recovery of fatigued sartorius muscles of the frog, *Rana pipiens*. **J. Physiol.**, v. 416, n. 1, p. 31-47, 1989.

RODACKI, A.; FOWLER, N.; BENNETT, S. Vertical jump coordination: fatigue effects. **Med. Sci. Sport Exerc.**, v. 34, n. 1, p. 105-16, Jan 2002.

ROMER, L. *et al.* Inspiratory muscles do not limit maximal incremental exercise performance in healthy subjects. **Respir. Physiol. Neurobiol.**, v. 156, n. 3, p. 353-361, 2007.

ROTH, T.; DRAKE, C. Evolution of insomnia: current status and future direction. **Sleep Med.**, v. 5 Suppl 1, p. S23-S30, 2004.

SADEH, A. The role and validity of actigraphy in sleep medicine: an update. **Sleep Med. Rev.**, v. 15, n. 4, p. 259-267, 2011.

SANTOS-SILVA, R. *et al.* Increasing trends of sleep complaints in the city of Sao Paulo, Brazil. **Sleep Med.**, v. 11, n. 6, p. 520-524, 2010.

SAPER, C.; SCAMMELL, T.; LU, J. Hypothalamic regulation of sleep and circadian rhythms. **Nature**, v. 437, n. 7063, p. 1257-1263, 2005.

SARGENT, C.; HALSON, S.; ROACH, G. Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers. **Eur. J. Sport Sci.**, v. 14 Suppl 1, p. S310-S315, 2014.

SARGENT, C. *et al.* The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. **Chronobiol. Int.**, v. 31, n. 10, p. 1160-1168, 2014.

SARGENT, D. The physical test of a man. **Am. Physical Educ. Rev.**, v. 26, n. 4, p. 188-194, 1921.

SAW, A.; MAIN, L.; GASTIN, P. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. **Br. J. Sports Med.**, v. 50, n. 5, p. 281-291, 2016.

SAWYER, A.M. *et al.* A systematic review of CPAP adherence across age groups: clinical and empiric insights for developing CPAP adherence interventions. **Sleep Med. Rev.**, v. 15, n. 6, p. 343-356, 2011.

SCHMIDTBLEICHER, D. Training for power events. In: KOMI, P. (Ed.). **Strength Power Sport**. Londres: Blackwell Scientific, v.1, 1992. p.381-395.

SCHWAB, R. *et al.* An official American Thoracic Society statement: continuous positive airway pressure adherence tracking systems. The optimal monitoring strategies and outcome measures in adults. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 188, n. 5, p. 613-620, 2013.

SCHWARTZ, J.; ROTH, T. Neurophysiology of sleep and wakefulness: basic science and clinical implications. **Curr. Neuropharmacol.**, v. 6, n. 4, p. 367-378, 2008.

SHERMAN, W. *et al.* Effect of a 42.2-km footrace and subsequent rest or exercise on muscular strength and work capacity. **J. Appl. Physiol.**, v. 57, n. 6, p. 1668-1673, 1984.

SILVA, A. *et al.* Gender Differences in Sleep Patterns and Sleep Complaints of Elite Athletes. **Sleep Sci.**, v. 12, n. 4, p. 242-248, 2019.

SILVA, A. *et al.* Poor Sleep Quality's Association With Soccer Injuries: Preliminary Data. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**, v. 15, n. 5, p. 671-676, Nov 10 2019.

SIMPSON, N.; GIBBS, E.; MATHESON, G. Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v. 27, n. 3, p. 266-274, 2017.

SMITH, L.L. Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 23, n. 5, p. 542-551, 1991.

STENBERG, D. Neuroanatomy and neurochemistry of sleep. **Cell. Mol. Life Sci.**, v. 64, n. 10, p. 1187-1204, 2007.

STOCK, M. *et al.* Prevention of postoperative pulmonary complications with CPAP, incentive spirometry, and conservative therapy. **Chest**, v. 87, n. 2, p. 151-157, 1985.

SULLIVAN, C. *et al.* Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. **Lancet**, v. 317, n. 8225, p. 862-865, 1981.

SUZUKI, K. *et al.* Endurance exercise causes interaction among stress hormones, cytokines, neutrophil dynamics, and muscle damage. **J. Appl. Physiol.**, v. 87, n. 4, p. 1360-1367, 1999.

TACHIKAWA, R. *et al.* Changes in Habitual Sleep Duration after Continuous Positive Airway Pressure for Obstructive Sleep Apnea. **Ann. Am. Thorac. Soc.**, v. 14, n. 6, p. 986-993, 2017.

TAKASAKI, Y. *et al.* Effect of nasal continuous positive airway pressure on sleep apnea in congestive heart failure. **Am. Rev. Respir. Dis.**, v. 140, n. 6, p. 1578-1584, 1989.

TAYLOR, S.; ROGERS, G.; DRIVER, H. Effects of training volume on sleep, psychological, and selected physiological profiles of elite female swimmers. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 29, n. 5, p. 688-693, 1997.

THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. Revision of the physical activity readiness questionnaire (PAR-Q). **Can. J. Sport Sci.**, v. 17, p. 338-45, 1992.

TIIDUS, P. Alternative treatments for muscle injury: massage, cryotherapy, and hyperbaric oxygen. **Curr. Rev. Musculoskelet. Med.**, v. 8, n. 2, p. 162-167, 2015.

TOMAZIN, K. *et al.* Fatigue after short (100-m), medium (200-m) and long (400-m) treadmill sprints. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 112, n. 3, p. 1027-1036, 2012.

TOMLIN, D.; WENGER, H. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Med.**, v. 31, n. 1, p. 1-11, 2001.

TUFIK, S. *et al.* Obstructive sleep apnea syndrome in the Sao Paulo epidemiologic sleep study. **Sleep Med.**, v. 11, n. 5, p. 441-446, 2010.

UPADHYAY, A.; DEORARI, A. Continuous positive airway pressure-a gentler approach to ventilation. **Indian Pediatr.**, v. 41, n. 5, p. 459-469, 2004.

VAILE, J. *et al.* Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue. **Int. J. Sports Med.**, v. 29, n. 07, p. 539-544, 2008.

VAZ, A. *et al.* Tradução do Questionário de Berlim para língua Portuguesa e sua aplicação na identificação da SAOS numa consulta de patologia respiratória do sono. **Rev. Port. Pneum.**, v. 17, n. 2, p. 59-65, 2011.

VIRK, J.; KOTECHEA, B. When continuous positive airway pressure (CPAP) fails. **J. Thoracic Dis.**, v. 8, n. 10, p. E1112, 2016.

VROMAN, N. *et al.* Effect of positive-pressure breathing on cardiovascular and thermoregulatory responses to exercise. **J. Appl. Physiol.**, v. 58, n. 3, p. 876-881, 1985.

WALKER, M.; STICKGOLD, R. Sleep, memory, and plasticity. **Ann. Rev. Psychol.**, v. 57, p. 139-166, 2006.

WATSON, N. *et al.* Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. **Sleep**, v. 38, n. 6, p. 843-4, Jun 1 2015.

WEAVER, T.E. *et al.* Relationship between hours of CPAP use and achieving normal levels of sleepiness and daily functioning. **Sleep**, v. 30, n. 6, p. 711-9, Jun 2007.

WEISS, A. *et al.* Validity of activity-based devices to estimate sleep. **J. Clin. Sleep Med.**, v. 6, n. 4, p. 336-342, 2010.

WILLIAMS, J.; ESTON, R. Determination of the intensity dimension in vigorous exercise programmes with particular reference to the use of the rating of perceived exertion. **Sports Med.**, v. 8, n. 3, p. 177-189, 1989.

YANG, M.-C. *et al.* Beneficial Effects of Long-Term CPAP Treatment on Sleep Quality and Blood Pressure in Adherent Subjects With Obstructive Sleep Apnea. **Respir. Care**, v. 60, n. 12, p. 1810-1818, 2015.

YANIV, G. Insomnia, biological clock, and the bedtime decision: an economic perspective. **Health Econ.**, v. 13, n. 1, p. 1-8, 2004.

ANEXOS
ANEXO 1

PARECER CONSUBSTANCIADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito de diferentes tempos de intervalo e do uso do CPAP no processo de recuperação em corredores de longa distância

Pesquisador: Marco Tulio de Mello

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 62018016.2.0000.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrocinador Principal: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.873.597

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 15 de Dezembro de 2016

Assinado por:
Vivian Resende
(Coordenador)

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “**EFEITO DE DIFERENTES TEMPOS DE INTERVALO E DO USO DO CPAP NO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO EM CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA**”, realizada pelo Laboratório de Psicologia do Esporte (LAPES) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob coordenação do Prof. Dr. Marco Túlio de Mello. O objetivo do presente estudo é verificar as alterações fisiológicas e biomecânicas nos processos de recuperação física e cognitiva após diferentes tempos de intervalo entre sessões, com e sem o uso do Continuous Positive Air Pressure (CPAP) em corredores de longa distância. Você será submetido a nove encontros: um encontro para avaliação inicial e oito encontros com sessões experimentais, onde realizará uma corrida em esteira. Serão realizadas coletas de sangue, saliva, potência muscular e questionários nos nove encontros realizados.

Todos os dados coletados são confidenciais e serão mantidos em sigilo e a sua identidade não será revelada publicamente em nenhuma hipótese. Somente o pesquisador responsável e equipe envolvida neste estudo terão acesso a estas informações que serão apenas para fins de pesquisa, publicados ou apresentados em congressos e/ou palestras, sem revelar sua identidade. Como voluntário, você tem o direito de recusar sua participação ou retirar seu consentimento em qualquer momento sem penalidade alguma e sem prejuízo à sua pessoa. Você não terá qualquer tipo de despesa ou forma de remuneração financeira para participar desta pesquisa.

Possíveis Riscos: Os riscos presentes neste estudo são mínimos, devido a característica dos métodos utilizados para coleta de dados. Serão utilizados tubos plásticos para a coleta de sangue e saliva. Apesar do risco de desconforto em virtude das coletas de sangue, todas as informações e cuidados serão observados para minimizar o desconforto. Uma enfermeira realizará todas as coletas sanguíneas, auxiliando e orientando os participantes durante e após as coletas. A escolha da análise das concentrações de saliva se justifica devido a técnica ser pouco invasiva e fácil manejo. A aplicação de questionários pertinentes as pesquisas serão padronizadas do tipo entrevista e realizadas individualmente em salas separadas para preservar a privacidade do participante.

Benefícios: Este estudo possibilitará informações ao campo limitado de pesquisadores que examinam o tempo de recuperação entre sessões e o uso do CPAP. O estudo possibilitará a compreensão dos aspectos psiconeuroimunológicos e mecânicos relacionados ao processo de recuperação. Essa compreensão está relacionada ao desenvolvimento de programas de treinamento adequados para minimizar as ocorrências de lesões ou alterações negativas relacionadas ao desempenho físico. Será fornecido ao participante, caso o mesmo queira, todas as avaliações realizadas durante a pesquisa.

Para maiores esclarecimentos, você terá total liberdade para entrar em contato e sanar qualquer dúvida com o professor Dr. Marco Túlio de Mello, pelo telefone (31) 3409-2331 e/ou e-mail: tmello@demello.net.br. Caso você tenha dúvidas em relação aos procedimentos éticos do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG) situado na Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar, sala 2005, CEP 312570-901, Belo Horizonte/MG, pelo telefone/fax (31) 3409-4592 e/ou e-mail: coep@prpq.ufmg.br. Esse termo será assinado em duas vias, sendo uma para posse do pesquisador responsável e outra para posse do participante voluntário.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 20____.

Assinatura do(a) Pesquisador(a)

Assinatura do(a) Voluntário(a)

ANEXO 3

DIÁRIO DE SONO

Diário de atividade/repouso - Actígrafo

Este diário deve ser preenchido ao longo do uso do actígrafo. O actígrafo é um equipamento médico que registra repouso e atividade, informando dados sobre atividade geral, horários de sono, cochilos ao longo do dia, episódios de vigília assim como informações sobre a quantidade e a qualidade do seu sono.

IMPORTANTE: No momento em que você se deitar na cama, ao levantar da cama ou ao retirar e recolocar o equipamento, é necessário pressionar o botão localizado no corpo do actígrafo. Em caso de dúvidas, entrar em contato com Lucas Alves 31- 985985843.

Participante: _____

Nº do actígrafo: _____

Dia Data		01	02	03	04	05
De manhã...	Hora que acordou					
	Hora que saiu da cama					
Você retirou o Actígrafo?	Retirou às					
	Recolocou às					
	Retirou às					
	Recolocou às					
Cochilos	Começou às					
	Terminou às					
A noite...	Deitou às					
	Dormiu às					

Anotações extras : _____

ANEXO 4

ÍNDICE DE QUALIDADE DE SONO DE PITTSBURGH

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____

Instruções:

As seguintes perguntas são relativas aos seus hábitos de sono durante o **último mês somente**. Suas respostas devem indicar a lembrança mais exata da **maioria** dos dias e noites do último mês. Por favor, responda a todas as perguntas.

1. Durante o último mês, quando você geralmente foi para a cama à noite?

Hora usual de deitar _____

2. Durante o último mês, quanto tempo (em minutos) você geralmente levou para dormir à noite?

Número de minutos _____

3. Durante o último mês, quando você geralmente levantou de manhã?

Hora usual de levantar _____

4. Durante o último mês, quantas horas de sono você teve por noite? (Este pode ser diferente do número de horas que você ficou na cama).

Horas de sono por noite _____

Para cada uma das questões restantes, marque a **melhor (uma)** resposta. Por favor, responda a todas as questões.

5. Durante o último mês, com que frequência você **teve dificuldade de dormir** porque você...

(a) Não consegui adormecer em até 30 minutos

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(b) Acordou no meio da noite ou de manhã cedo

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(c) Precisou levantar para ir ao banheiro

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(d) Não consegui respirar confortavelmente

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(e) Tossiu ou roncou forte

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(f) Sentiu muito frio

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(g) Sentiu muito calor

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(h) Teve sonhos ruins

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(i) Teve dor

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

(j) Outra(s) razão(ões), por favor descreva _____

Com que frequência, durante o último mês, você teve dificuldade para dormir devido a essa razão?

Nenhuma no último mês _____ Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____ 3 ou mais vezes/ semana _____

6. Durante o último mês, como você classificaria a qualidade do seu sono de uma maneira geral?

Muito boa _____

Boa _____

Ruim _____

Muito ruim _____

7. Durante o último mês, com que frequência você tomou medicamento (prescrito ou "por conta própria") para lhe ajudar a dormir?
 Nenhuma no último mês ____ Menos de 1 vez/ semana ____
 1 ou 2 vezes/ semana ____ 3 ou mais vezes/ semana ____
8. No último mês, com que frequência você teve dificuldade de ficar acordado enquanto dirigia, comia ou participava de uma atividade social (festa, reunião de amigos, trabalho, estudo)?
 Nenhuma no último mês ____ Menos de 1 vez/ semana ____
 1 ou 2 vezes/ semana ____ 3 ou mais vezes/ semana ____
9. Durante o último mês, quão problemático foi para você manter o entusiasmo (ânimo) para fazer as coisas (suas atividades habituais)?
 Nenhuma dificuldade ____
 Um problema leve ____
 Um problema razoável ____
 Um grande problema ____
10. Você tem um(a) parceiro [espos(a)] ou colega de quarto?
 Não ____
 Parceiro ou colega, mas em outro quarto ____
 Parceiro no mesmo quarto, mas não na mesma cama ____
 Parceiro na mesma cama ____

Se você tem um parceiro ou colega de quarto, pergunte a ele/ela com que frequência, no último mês, você teve ...

- (a) Ronco forte
 Nenhuma no último mês ____ Menos de 1 vez/ semana ____
 1 ou 2 vezes/ semana ____ 3 ou mais vezes/ semana ____
- (b) Longas paradas na respiração enquanto dormia
 Nenhuma no último mês ____ Menos de 1 vez/ semana ____
 1 ou 2 vezes/ semana ____ 3 ou mais vezes/ semana ____
- (c) Contrações ou puxões nas pernas enquanto você dormia
 Nenhuma no último mês ____ Menos de 1 vez/ semana ____
 1 ou 2 vezes/ semana ____ 3 ou mais vezes/ semana ____
- (d) Episódios de desorientação ou confusão durante o sono
 Nenhuma no último mês ____ Menos de 1 vez/ semana ____
 1 ou 2 vezes/ semana ____ 3 ou mais vezes/ semana ____
- (e) Outras alterações (inquietações) enquanto você dorme; por favor, descreva _____

 Nenhuma no último mês ____ Menos de 1 vez/ semana ____
 1 ou 2 vezes/ semana ____ 3 ou mais vezes/ semana ____

ANEXO 5

QUESTIONÁRIO DE BERLIM

Nome: _____

Massa corporal: _____ kg

Estatura: _____ m

CATEGORIA 1

1- Você ronca?

- a) Sim
- b) Não
- c) Não sei

2- Seu ronco é:

- a) Pouco mais alto que sua respiração
- b) Tão alto quanto sua respiração
- c) Mais alto que sua fala
- d) Muito alto que pode ser observado no quarto ao lado

3- Com que frequência você ronca?

- a) Praticamente todos os dias
- b) 3-4 vezes por semana
- c) 1-2 vezes por semana
- d) 1-2 vezes por mês
- e) Nunca ou praticamente nunca

4- O seu ronco incomoda alguém?

- a) Sim
- b) Não

5- Alguém notou que você para de respirar enquanto dorme?

- a) Praticamente todos os dias
- b) 3-4 vezes por semana
- c) 1-2 vezes por semana
- d) 1-2 vezes por mês
- e) Nunca ou praticamente nunca

CATEGORIA 2

6- Quantas vezes você se sente cansado ou com fadiga ao acordar?

- a) Praticamente todos os dias
- b) 3-4 vezes por semana
- c) 1-2 vezes por semana
- d) 1-2 vezes por mês
- e) Nunca ou praticamente nunca

7- Quando você está acordado, você se sente cansado, fadigado, ou não se sente bem?

- a) Praticamente todos os dias
- b) 3-4 vezes por semana
- c) 1-2 vezes por semana
- d) 1-2 vezes por mês
- e) Nunca ou praticamente nunca

8- Alguma vez você cochilou ou caiu no sono enquanto dirigia?

- a) Sim
- b) Não

CATEGORIA 3

9- Você tem pressão alta?

- a) Sim
- b) Não
- c) Não sei

ANEXO 6

ESCALA DE PERCEÇÃO DE ESFORÇO

ESCALA CR-10

0	Absolutamente nada
0,5	Extremamente fraco (apenas perceptível)
1	Muito fraco
2	Fraco (leve)
3	Moderado
4	-
5	Forte (intenso)
6	-
7	Muito forte
8	-
9	-
10	Extremamente forte (quase máximo)
■	Máximo

ANEXO 7

TOTAL QUALITY RECOVERY SCALE

Como você se sente em relação a sua recuperação?	
Nível	Recuperação
6	Em nada recuperado
7	Extremamente mal recuperado
8	
9	Muito mal recuperado
10	
11	Mal recuperado
12	
13	Razoavelmente recuperado
14	
15	Bem recuperado
16	
17	Muito bem recuperado
18	
19	Extremamente bem recuperado
20	Totalmente recuperado
