

unesp



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS – BAURU**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

TESE DE DOUTORADO

***OVERREACHING FUNCIONAL PODE LIMITAR AS MELHORIAS DE
PERFORMANCE NO POLO AQUÁTICO***

GABRIEL MOTTA PINHEIRO BRISOLA

Janeiro - 2021

Bauru/SP



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

TESE DE DOUTORADO

OVERREACHING FUNCIONAL PODE LIMITAR AS MELHORIAS DE
PERFORMANCE NO POLO AQUÁTICO

GABRIEL MOTTA PINHEIRO BRISOLA
PROF. DR. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Motricidade.

Janeiro - 2021

Bauru/SP

Brisola, Gabriel Motta Pinheiro.
Overreaching funcional pode limitar as melhorias
de *performance* no polo aquático / Gabriel Motta
Pinheiro Brisola, 2021
292 f.112 : il.

Orientador: Alessandro Moura Zagatto

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2021

1. Carga de treinamento. 2. Esporte coletivo.
3. Habilidade de *sprints* repetidos.
4. Intensificação. 5. Supercompensação. I.
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE GABRIEL MOTTA PINHEIRO BRISOLA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 17 dias do mês de dezembro do ano de 2020, às 14:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de GABRIEL MOTTA PINHEIRO BRISOLA, intitulada **O ACOMETIMENTO DO ESTADO DE OVERREACHING FUNCIONAL PODE LIMITAR AS MELHORIAS DE PERFORMANCE NO POLO AQUÁTICO.** A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. ALEXANDRE MOREIRA (Participação Virtual) do(a) USP / Escola de Educação Física e Esporte / São Paulo, Prof. Dr. MARCELO PAPOTI (Participação Virtual) do(a) Universidade de São Paulo - Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto - SP, Diretor Técnico e Cientista do Esporte AUGUSTO CARVALHO BARBOSA (Participação Virtual) do(a) Measure Ciências do Esporte, Prof. Dr. PEDRO GIL FRADE MOROUÇO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Motricidade Humana e Linguagens Artísticas / Escola Superior de Educação e Ciências Sociais. Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: **APROVADO** . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO

**A presente tese de doutorado foi realizada com o apoio financeiro da Fundação de
Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**



Dedico o presente trabalho a Deus, por sempre ter colocado as pessoas certas em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto, por ser a pessoa que me “abriu as portas” para a realização do mestrado e posteriormente para o doutorado. A presença dele na minha vida foi fundamental para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional. Não me tornaria o profissional que sou hoje sem as suas orientações.

Aos meus amigos de laboratório, principalmente Fábio, Elvis, Gabriel Claus e Rodrigo, Yago, Vithor por me ajudarem diretamente nas coletas de dados. Sem eles o presente trabalho não poderia ser realizado. Além disso, não pode deixar de agradecê-los por todo o ensinamento e companheirismo.

Aos professores Dr. Alexandre Moreira e Dr. Flávio Pires, por todas as considerações e sugestões realizadas referentes ao presente trabalho durante a qualificação. Com toda a certeza, essas considerações e sugestões realizadas na qualificação já contribuíram para o desenvolvimento do presente trabalho.

Aos professores Dr. Marcelo Papoti, Dr. Augusto Carvalho Barbosa, Dr. Pedro Gil Frade Morouço e novamente, ao Dr. Alexandre Moreira, por todas as contribuições realizadas na defesa. As considerações feitas por eles foram fundamentais para a melhoria do trabalho e para a minha formação profissional.

Aos professores Dr. Fabio Lira e Dr. Anderson Zago e, aos seus alunos, por me ajudarem diretamente nas análises bioquímicas.

Aos treinadores de polo aquático da ABDA Emerson, Barbara e Janaína, por permitirem a realização do estudo em suas equipes. Também gostaria de agradecer a todas as atletas da ABDA pela participação do estudo e, a todos os funcionários da instituição que contribuíram de alguma maneira.

A todos os funcionários da Unesp-Bauru que de alguma maneira me ajudaram nas tarefas diárias de laboratório.

Ao professor Michael Esco, por ter concedido a oportunidade (única) de realizar o período BEPE nos Estados Unidos. Além disso, agradeço toda a sua ajuda durante o período da BEPE.

Aos meus pais Vinícius e Silmara, por toda a educação, apoio e incentivo em todos os momentos e decisões de minha vida. Não tenho palavras para descrever a importância deles em minha vida.

Aos meus irmãos Vinícius e Isabela que sempre estão ao meu lado me ajudando, aconselhando e incentivando.

À minha namorada Sammyra, por estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida, sempre me incentivando e me ajudando. Ela me acompanhou durante toda a jornada e teve papel fundamental durante o processo. Sua importância em minha vida é indescritível.

Aos meus avós Nilton, Rejane e Jaime, por terem contribuído imensamente com a minha educação e formação. Também não posso deixar de homenagear minha avó Cida (*in memorian*) que também contribuiu diretamente para meu crescimento.

Aos meus tios, primos, cunhados e familiares, por sempre estarem me dando força, aconselhando e torcendo para o meu sucesso. Em especial, faço uma homenagem a minha tia Ronise (*in memorian*) pela força e palavras de apoio que me deixou antes de partir.

Aos meus amigos Guilherme, Danilo, Milton, Alessandro, por toda a força, amizade e apoio.

A Deus, por sempre iluminar o meu caminho, me dar paz, força e discernimento para tomar todas as decisões.

RESUMO

O objetivo principal do presente projeto foi verificar se a ocorrência do estado de *overreaching* funcional (OR-F) previamente ao período de *tapering* pode limitar os ganhos de *performance* no polo aquático. Para isso, foram realizados dois estudos (estudo 1 e 2), sendo o que o objetivo do estudo 1 foi monitorar as cargas de treinamento durante um macrociclo de 20 semanas no polo aquático, enquanto que o objetivo do estudo (2) foi investigar se o estado de OR-F pode limitar a supercompensação de parâmetros de *performance* após o período de *tapering* em atletas de polo aquático. Em ambos os estudos, foram participantes jovens atletas de polo aquático do sexo feminino da mesma equipe (20 atletas no estudo 1 e 22 atletas no estudo 2). No estudo 1, o desenho experimental foi prospectivo com duração de 20 semanas, com avaliações de *performance* física (teste de lactato mínimo em nado estilo crawl e teste de habilidade de *sprints* repetidos [RSA]), de parâmetros do sistema nervoso autônomo (variabilidade da frequência cardíaca), de variáveis hormonais (cortisol e testosterona), de variáveis imunológicas (glutamina e imunoglobulina A), de variáveis de dano muscular (creatina quinase e lactato desidrogenase), de estado de humor e de sintomas de infecção do trato respiratório superior (ITRS) na linha de base e ao final de cada um dos ciclos de um macrociclo no polo aquático. No estudo 2, o desenho experimental foi randomizado e paralelo, no qual dois grupos treinaram com cargas diferentes (intensificação e controle) por 7 semanas e realizaram as mesmas avaliações do estudo 1, sendo ainda realizado o diagnóstico de OR-F ao final do período de intensificação. Os resultados do estudo 1 mostraram que as maiores cargas de treinamento foram encontradas no ciclo competitivo ($p < 0,001$), simultaneamente com os menores ganhos de *performance*. O estudo 2 encontrou menores melhorias no tempo total do teste de RSA para o grupo diagnosticado com OR-F em comparação com as atletas que treinaram com carga alta sem o acometimento desse estado ($p = 0,004$). Assim, é possível concluir que o acometimento do estado de OR-F previamente ao período de *tapering* pode limitar as melhorias de *performance* do tempo total no teste de RSA em jovens atletas de polo aquático.

Palavras-Chave: Carga de treino, Esporte coletivo, Habilidade de *sprints* repetidos, Supercompensação

ABSTRACT

The main objective of this project was to verify whether the functional overreaching state (F-OR) prior to the tapering period can impair the performance gains in the water polo. For this, two studies were carried out (study 1 and 2): the purpose of study 1 was to monitor training loads during a 20-week macrocycle in the water polo, while the objective of study (2) was to investigate whether the OR-F can limit the supercompensation of performance parameters after the tapering period in water polo athletes. In both studies, young female water polo athletes from the same team participated (20 athletes in study 1 and 22 athletes in study 2). In study 1, the experimental design was prospective for 20 weeks, with assessments of physical performance (minimum lactate test and repeated sprint ability test [RSA]), autonomic nervous system parameters (variability of heart rate), hormonal variables (cortisol and testosterone), immunological variables (glutamine and immunoglobulin A), muscle damage variables (creatine kinase and lactate dehydrogenase), mood and symptoms of upper respiratory tract infection (URTI) at the baseline and at the end of each period of a macrocycle in the water polo. In study 2, the experimental design was randomized and parallel, in which two groups trained with different loads (high load and control) for 7 weeks and performed the same assessments as in study 1, with the diagnosis of OR-F still being carried out at the end overload period. The results of study 1 showed that the highest training loads were found in the competitive cycle ($p < 0.001$), simultaneously with the lowest performance gains. Study 2 found lower improvements in the total time of RSA test for the F-OR group in comparison with the athletes who trained with high load without the development of this state ($p = 0.004$). It is possible to conclude that the F-OR state prior to the tapering period may impair the performance improvements of the total time in the RSA test in young water polo athletes.

Keywords: Training Load, Team Sport, Repeated Sprints Ability, Super-compensation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho experimental do Estudo 1.....	42
Figura 2 - Distribuição do tipo de treinamento, composição do treinamento em terra firme e a distância média semanal percorrida em nado em cada um dos ciclos da temporada.....	43
Figura 3 - Esquemática das fases e respectivas avaliações durante o Estudo 2.....	51
Figura 4 - Comportamento das cargas semanais de treinamento, monotonia e <i>strain</i> durante o período de estudo e a carga média semanal de treinamento, monotonia e <i>strain</i> para cada ciclo.....	60
Figura 5 - Resultados absolutos e delta percentual do teste lactato mínimo avaliado ao final de cada ciclo da temporada.....	62
Figura 6 - Resultados absolutos e delta percentual do teste de RSA avaliado ao final de cada ciclo da temporada.....	63
Figura 7 - Resultados dos marcadores imunológicos e de ITRS avaliados no final de cada ciclo da temporada.....	66
Figura 8 – Dinâmica das cargas de treinamento, monotonia e <i>strain</i> dos grupos controle, fadiga aguda e OR-F nas diferentes fases do treinamento.....	71
Figura 9 - Valores de concentração de [La-] absoluta e em percentual da [La-]máx durante uma sessão de treinamento dos grupos controle e CA durante a fase 2 e período de <i>tapering</i>	72
Figura 10 – Resultados do tempo total do teste de RSA expresso em percentual da fase 1 para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F.....	74
Figura 11 – Resultados absolutos dos testes de RSA e de lactato mínimo para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F durante as diferentes fases.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distância percorrida em natação convencional e número de séries de alta intensidade de pernada alternada realizada em cada uma das fases para o grupo controle e CA.....	53
Tabela 2 - Resultados da análise de VFC, concentração plasmática hormonal e marcadores de dano muscular plasmáticos avaliados no final de cada ciclo da temporada.....	65
Tabela 3 - Resultados das principais variáveis para as atletas diagnosticados com <i>overreaching</i>	68
Tabela 4 - Características dos grupos controle, fadiga aguda e OR-F no momento de linha de base.....	69
Tabela 5 - Resultados de concentração hormonal plasmática, marcadores de dano muscular sanguíneos, SIgA, glutamina, ITRS e POMS avaliados no final de cada fase para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F.....	77
Tabela 6 - Resultados da VFC para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F nas diferentes fases do estudo.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\dot{V}O_{2MAX}$	Consumo máximo de oxigênio
[La ⁻]	Concentração de lactato sanguíneo
[La ⁻] _{pico}	Concentração pico de lactato sanguíneo do teste
Δ%	Diferença percentual nos valores
CK	Creatina quinase
FC	Frequência cardíaca
HF	<i>High frequency</i>
ICC	Índice de correlação intraclasse
INT	Grupo intensificação da carga de treinamento
ITRS	Infecção do trato respiratório superior
LDH	Lactato desidrogenase
LF	<i>Low frequency</i>
LF / HF	<i>Razão entre Low frequency e High frequency</i>
Ln	Log natural
OR-F	<i>Overreaching</i> funcional
OR-NF	<i>Overreaching</i> não funcional
OTS	Síndrome do <i>overtraining</i>
POMS	<i>Profile of Mood States</i>
PSE	Percepção subjetiva de esforço
sPSE	Percepção subjetiva de esforço da sessão
RMSSD	Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes em um intervalo de tempo
RSA	Habilidade de <i>sprints</i> repetidos
SIgA	Imunoglobulina A salivar
SDNN	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo
T/C	Razão testosterona/cortisol
TLM	Teste de lactato mínimo
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VLM	Velocidade associado lactato mínimo
WURSS-21	<i>Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey-21</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. <i>Tapering</i>	16
2.1.1 Efeitos em parâmetros fisiológicos	16
2.1.2 Efeitos em parâmetros de <i>performance</i> neuromuscular.....	18
2.1.3 Efeitos sobre parâmetros de <i>performance</i> esportiva	19
2.2. Estratégia de intensificação previamente ao período de <i>tapering</i>	21
2.2.1. Classificação do <i>overreaching</i> funcional	23
2.2.2. Consequências na <i>performance</i> e em parâmetros fisiológicos decorrentes dos estados de OR-F.....	23
2.2.2.1 Alterações na <i>performance</i>	23
2.2.2.2. Alterações bioquímicas	25
2.2.2.3. Alterações hormonais.....	27
2.2.2.4. Alterações no sistema nervoso autônomo	30
2.3. Polo aquático.....	33
2.3.1. Histórico e principais regras.....	33
2.3.2 Ações de jogo	33
2.3.3. Características fisiológicas da modalidade	35
2.3.4. Características da rotina de treinamento no polo aquático.....	37
3. OBJETIVOS	39
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
3.1.1. ESTUDO 1	39
3.2.1. ESTUDO 2	39
4. HIPÓTESE.....	40
5. METODOLOGIA.....	41
5.1. ESTUDO 1.....	41

5.1.1. Sujeitos	41
5.1.2. Desenho Experimental	41
5.1.3. Descrição do treinamento	42
5.1.4. Monitoramento das cargas de treinamento.....	43
5.1.5. Testes de <i>performance</i>	44
5.1.5.1. Teste de lactato mínimo em nado estilo crawl	44
5.1.5.2. Teste de habilidade de <i>sprints</i> repetidos	45
5.1.6. Coleta, preparação e armazenamento.....	45
5.1.6.1. Análises das concentrações hormonais plasmáticas.....	46
5.1.6.2. Análises das concentrações de marcadores de dano muscular plasmático	46
5.1.6.3. Análise das concentrações de glutamina plasmática.....	46
5.1.6.4. Imunoglobulina A salivar.....	46
5.1.7. Atividade do sistema nervoso autônomo	47
5.1.8. Avaliação dos estados de humor	47
5.1.9. Sintomas de infecção do trato respiratório superior.....	48
5.1.10. Diagnóstico de <i>overreaching</i>	48
5.2. ESTUDO 2.....	49
5.2.1. Sujeitos	49
5.2.2. Desenho Experimental	50
5.2.3. Descrição do treinamento.....	52
5.2.4. Monitoramento das cargas de treinamento.....	54
5.2.5. Testes de <i>performance</i>	54
5.2.5.1. Teste de lactato mínimo em nado estilo crawl	55
5.2.5.2. Teste de habilidade de <i>sprints</i> repetidos	55
5.2.6. Coleta, preparação e armazenamento.....	56
5.2.6.1. Análises das concentrações hormonais plasmáticas.....	56
5.2.6.2. Análises das concentrações de marcadores de dano muscular plasmático	56

5.2.6.3. Análise das concentrações de glutamina plasmática.....	57
5.2.6.4. Imunoglobulina A salivar.....	57
5.2.7. Atividade do sistema nervoso autônomo	57
5.2.8. Avaliação dos estados de humor	58
5.2.9. Sintomas de infecção do trato respiratório superior.....	58
5.2.10. Diagnóstico de OR-F.....	59
6. RESULTADOS	60
6.1. ESTUDO 1.....	60
6.1.1. Carga de treinamento	60
6.1.2. Performance	61
6.1.3. Variabilidade da frequência cardíaca	63
6.1.4. Análises bioquímicas e ITRS	64
6.1.5. Perfil do estado de humor.....	67
6.1.6. Correlações.....	67
6.1.7. Prevalência de OR.....	67
6.2. ESTUDO 2.....	69
6.2.1. Prevalência de OR-F	69
6.2.2. Carga de treinamento	69
6.2.2.1. Efeito de interação (grupo × tempo)	69
6.2.2.2. Efeito do tempo	70
6.2.2.3. [La ⁻] durante a sessão de treinamento	70
6.2.3. <i>Performance</i>	73
6.2.3.1. Efeito de interação (grupo × tempo)	73
6.2.3.2. Efeito de tempo	73
7. DISCUSSÃO	81
7.1. ESTUDO 1.....	81
7.2. ESTUDO 2.....	86

8. CONCLUSÃO.....	89
ANEXO I.....	100
ANEXO II.....	103
ESTUDO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) .	103
ESTUDO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) .	108

1. INTRODUÇÃO

A redução de cargas de treinamento alguns dias antes da competição principal é uma estratégia muito utilizada em diversos esportes com o objetivo de otimizar a *performance* esportiva (BOSQUET et al., 2007). Essa estratégia é denominada *tapering* (polimento) e pode promover diversos benefícios em parâmetros fisiológicos (NEARY; MARTIN; QUINNEY, 2003) (ZARKADAS; CARTER; BANISTER, 1995), em parâmetros neuromusculares (PAPOTI et al., 2007) e em parâmetros de *performance* (PAPOTI et al., 2007).

Embora o *tapering* seja uma estratégia efetiva para otimizar a *performance*, alguns fatores podem influenciar a magnitude dessa melhoria. Um desses fatores é a carga de treinamento realizada previamente ao período de *tapering* (MUJKA, 2010; THOMAS; BUSSO, 2005). Nessa perspectiva, uma estratégia frequentemente utilizada previamente ao período de *tapering* na tentativa de gerar substanciais melhora na *performance* é o aumento da carga de treinamento (intensificação), seja por aumento na intensidade de treinamento (DRESSENDORFER et al., 2002; MORAES et al., 2017; PAPACOSTA; GLEESON; NASSIS, 2013), volume de treinamento (FIGUEIREDO et al., 2019) ou ambos (FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017; HUG et al., 2014), por curtos períodos de tempo (2 até 3 semanas). No entanto, como resposta à essa estratégia, os atletas podem ser acometidos por um estado classificado como *overreaching* funcional (OR-F), o qual consiste na diminuição temporária na *performance* (dias/semanas) com possível subsequente supercompensação após o período de *tapering* (MEEUSEN et al., 2013) Nessa perspectiva, alguns estudos mostraram que a estratégia de aumento nas cargas de treinamento com o acometimento do OR-F pode promover melhora substancial na *performance* de teste incremental (LE MEUR et al., 2013), consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), altura de salto vertical (COUTTS et al., 2007a) e em parâmetros de força (COUTTS et al., 2007a) após a realização do *tapering*.

Entretanto, embora o acometimento do OR-F tenha sido considerado um componente necessário dentro de um programa de treinamento para melhorar o desempenho esportivo (BELLINGER, 2020; MEEUSEN et al., 2013), recentes estudos com diagnósticos mais precisos e sistematizados de OR-F tem mostrado que o acometimento desse estado pode limitar os ganhos de *performance* após o período de *tapering* em teste incremental máximo quando comparado a indivíduos que não são acometidos com o estado de OR-F.

Esses estudos mostraram (AUBRY et al., 2014; AUBRY et al., 2015; HAUSSWIRTH et al., 2014) que os indivíduos que realizaram a intensificação do treinamento (aumento no volume de treinamento) sem o acometimento de OR-F apresentaram melhorias mais

expressivas na *performance* em teste incremental (~5,0%) quando comparado com o grupo que foi diagnosticado com o estado de OR-F, indicando que o acometimento desse estado pode ser pouco eficaz para promover a supercompensação. No entanto, esses achados se restringem, em sua maioria, na *performance* de teste incremental e não em *performance* específica de esportes, como na realização de *sprints* repetidos, que são ações amplamente envolvidas em atividades esportivas, principalmente em atividades acíclicas.

Visto que o acometimento do estado de OR-F pode promover diversas alterações fisiológicas negativas (AUBRY et al., 2014, 2015; LE MEUR et al., 2013), as quais podem estar relacionadas a um distúrbio no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (BARRON et al., 1985; MEEUSEN et al., 2013; FRY et al., 1994) que por sua vez poderia prejudicar a ressíntese de glicogênio (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995), atrapalhar o funcionamento da bomba sódio/potássio (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995) e prejudicar o comportamento motor (FULLER et al., 2016; MEEUSEN et al., 2007), é provável que o OR-F também limite as adaptações fisiológicas e a *performance* não só em modalidades esportivas de *endurance*, mas também em modalidades esportivas coletivas, as quais são caracterizadas principalmente pela realização de *sprints* repetidos.

O polo aquático é uma modalidade esportiva coletiva caracterizada pela constante realização de *sprints* repetidos (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009). Durante uma partida de polo aquático em atletas do sexo feminino, são realizados $6,7 \pm 3,5$ eventos de esforços repetidos de alta intensidade (*sprints*, duelos, movimentos de grande elevação de tronco repetidos no mínimo 3 vezes em um intervalo máximo de 30 segundos), com duração de cada esforço de $5,9 \pm 2,6$. (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009). Além disso, uma partida de polo aquático induz valores de frequência cardíaca (FC) média durante a partida de ~80% da FC máxima (SMITH, 1998)] e de concentração de lactato ($[La^-]$) média de ~ 4.9–5.8 $mmol \cdot L^{-1}$ (HOLLANDER; DUPONT; VOLKERIJK, 1994), evidenciando a alta demanda metabólica da modalidade.

Ainda, como característica relevante da modalidade, os atletas de elite do polo aquático costumam realizar uma rotina de treinamento diário de 4 a 6 horas (SMITH, 1998), composta em grande parte por exercícios de alta intensidade (PLATANOU, 2009; SPITTLER; KEELING, 2016). Esses fatores implicam em altas cargas diárias de treinamento (percepção subjetiva de esforço da sessão = ~1200 unidades arbitrárias) (ZAGATTO et al., 2016a), o que a longo prazo poderia induzir os atletas a um estado indesejado de *overreaching* não funcional ou *overtraining*, os quais são caracterizados pelo decréscimo na *performance* por longos períodos. No entanto, essas informações a respeito da quantificação das cargas de treinamento

a longo prazo e os efeitos dessas cargas sobre a *performance* no polo aquático são poucos conhecidos na literatura.

Desse modo, visto que recentes estudos têm sugerido que o acometimento do OR-F pode limitar as melhorias de *performance* durante o período de *tapering*, e que os efeitos do OR-F ainda não foram investigados sobre o RSA que é considerado um componente chave das modalidades esportivas coletivas, a principal pergunta da presente tese é se o acometimento do estado de OR-F previamente ao período de *tapering* pode limitar os ganhos de *performance* no polo aquático. Para responder essa pergunta foram realizados dois estudos (estudo 1 e 2), sendo o objetivo do estudo 1 monitorar as cargas de treinamento durante um macrociclo no polo aquático e detectar as incidências de *overreaching*, enquanto que o objetivo do estudo (2) foi investigar se o acometimento do estado de OR-F pode limitar a supercompensação de parâmetros de *performance* após o período de *tapering* em atletas de polo aquático.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Tapering*

O *tapering* é uma fase de treinamento realizada pré-competição, na qual as cargas de treinamento são reduzidas por um determinado período de tempo com o objetivo de diminuir a fadiga promovida pelo acúmulo de treinamento e permitir o fenômeno da supercompensação (MUJIKÁ et al., 2004).

A estratégia de *tapering* pode ser realizada de algumas maneiras, isso é, reduzindo a frequência (diminuindo o número de sessões), volume (encurtando a duração sessões) e / ou redução da intensidade de treinamento (o treinamento é menos exigente por uma determinada duração) (MUJIKÁ, 2010). De fato, a escolha dessas variáveis a serem reduzidas parecem influenciar diretamente a efetividade do *tapering* (BOSQUET et al., 2007; LE MEUR; HAUSSWIRTH; MUJIKÁ, 2012). Algumas revisões e meta-análises (BOSQUET et al., 2007; LE MEUR; HAUSSWIRTH; MUJIKÁ, 2012) sugerem que os modelo mais efetivos de *tapering* duram 2 semanas (14 dias), sendo o volume de treinamento exponencialmente reduzido em 41-60% sem alterar a intensidade ou a frequência do treinamento.

Os efeitos encontrados com a utilização da estratégia de *tapering* são em parâmetros fisiológicos (NEARY et al., 1992; NEARY; MARTIN; QUINNEY, 2003; SHEPLEY et al., 1992), de *performance* neuromuscular (COSTILL et al., 1985; JOHNS et al., 1992; PAPOTI et al., 2007; TRAPPE et al., 2001) e *performance* esportiva (COSTILL et al., 1985; PAPOTI et al., 2007; TRAPPE; COSTILL; THOMAS, 2001).

2.1.1 Efeitos em parâmetros fisiológicos

Dentre os principais efeitos encontrados em parâmetros fisiológicos, pode-se destacar o aumento na atividade de enzimas oxidativas (por exemplo, citrato sintase, beta-hidroxiacil-coa desidrogenase, succinato desidrogenase e citocromo oxidase) (NEARY et al., 2003; SHEPLEY et al., 1992), no conteúdo glicogênio intramuscular (NEARY et al., 1992; NEARY; MARTIN; QUINNEY, 2003; SHEPLEY et al., 1992), $\dot{V}O_{2max}$ (NEARY; MARTIN; QUINNEY, 2003) e limiar anaeróbio (ZARKADAS; CARTER; BANISTER, 1995).

Embora o número de estudos investigando os efeitos do *tapering* sobre a atividade enzimática oxidativa seja pequeno, as evidências sugerem um efeito benéfico. Neary et al. (2003) compararam o efeito de dois tipos de *tapering* (grupo com manutenção de intensidade e redução da duração de treino e grupo com manutenção da duração e redução da intensidade de treino) sobre a atividade enzimática em ciclistas e mostraram que ambos os tipos de *tapering*

foram efetivos para aumento na atividade de enzimas oxidativas, sendo que o grupo que manteve a alta intensidade do treinamento foi efetivo em melhorar a atividade da succinato desidrogenase, ATPase miofibrilar, citocromo oxidase, beta-hidroxiacil-coa desidrogenase, enquanto o grupo que manteve a duração do treinamento e reduziu a intensidade do mesmo aumentou apenas atividade de citocromo oxidase e beta-hidroxiacil-coa desidrogenase. De modo similar, Shepley et al. (1992) compararam os efeitos de 7 dias de *tapering* realizado com alta ou baixa intensidade em atletas corredores de média distância e mostraram um aumento na atividade da enzima cintrato sintase apenas no grupo que realizou o *tapering* com alta intensidade. Em um dos poucos estudos que mostraram ausência de melhora na atividade enzimática, Neary et al. (1992) não encontraram aumento na atividade de enzimas oxidativas e glicolíticas em ciclistas e triatletas após 4 e 8 dias de *tapering*. Segundo os autores (NEARY et al., 1992), essa ausência de melhora pode ser devido ao baixo tamanho amostral e a heterogeneidade de sexo da amostra. Enquanto o baixo tamanho amostral poderia ter diminuído o poder estatístico (COHEN, 1977), a heterogeneidade de sexo da amostra poderia aumentar a variação dos resultados, principalmente porque mulheres tem uma adaptação menor da atividade da enzima carnitina palmitoiltransferase em relação aos homens quando realizam o mesmo programa de treinamento (COSTILL et al., 1979).

Similarmente, apenas poucos estudos até o presente momento investigaram os efeitos do *tapering* sobre o conteúdo de glicogênio intramuscular, mas todos encontraram aumentos expressivos para esse substrato energético (NEARY et al., 1992; NEARY; MARTIN; QUINNEY, 2003; SHEPLEY et al., 1992). Ainda, esses aumentos podem apresentar grande variação de acordo com a característica do *tapering*. Nessa perspectiva, Shepley et al. (1992) encontraram aumentos no glicogênio intramuscular de 6% (não significativo) com *tapering* de baixa intensidade e de 22% em *tapering* de alta intensidade, ambos com duração de 7 dias em atletas corredores altamente treinados de média distância. Corroborando esses achados, Neary et al. (2003) mostraram que os aumentos no glicogênio podem ser de ~26% com *tapering* de menor intensidade e chegar a ~34% com a realização de *tapering* de maior intensidade. A diferença na magnitude de aumento no conteúdo de glicogênio intramuscular entre os estudos, principalmente entre os grupos que realizaram *tapering* de baixa intensidade, pode estar associada ao fato do estudo de Shepley et al. (1992) ser conduzido com atletas altamente treinados (fator que dificultaria elevados ganhos) e devido ao protocolo de *tapering* contemplar a redução do volume e intensidade de treinamento, enquanto no estudo de Neary et al. (2003), o protocolo de *tapering* de baixa intensidade consistia na manutenção do volume com redução apenas da intensidade de treinamento.

Em relação a variáveis cardiorrespiratórias como o $\dot{V}O_{2max}$, as melhoras com a realização do *tapering* são prováveis (MUJIKÁ et al., 2004; NEARY et al., 2003; ZARKADAS et al., 1995), embora alguns estudos tenham mostrado apenas a manutenção dessa variável com o *tapering* (NEARY; MARTIN; QUINNEY, 2003; SHEPLEY et al., 1992). Semelhante ao que acontece com a atividade enzimática e conteúdo de glicogênio intramuscular, os efeitos do *tapering* sobre o $\dot{V}O_{2max}$ também pode estar relacionado com a característica do *tapering*. Em estudo realizado com ciclistas, Neary et al. (2003) mostraram que apenas o grupo que realizou o *tapering* com alta intensidade de treinamento e redução linear no volume obteve melhora no $\dot{V}O_{2max}$ (+2,5%), enquanto que o grupo que realizou *tapering* com menor intensidade apenas manteve os valores de $\dot{V}O_{2max}$. Ainda, quando a redução de volume durante o *tapering* é realizado de modo exponencial, os ganhos no $\dot{V}O_{2max}$ podem chegar a 9% em triatletas (ZARKADAS; CARTER; BANISTER, 1995), fator que pode ter grande relevância para o âmbito esportivo. Resultados benéficos e expressivos da realização do *tapering* também são encontrados sobre o limiar anaeróbio (~+11% na potência em ciclistas) principalmente quando mantida a intensidade de treinamento (NEARY et al., 1992; NEARY; MARTIN; QUINNEY, 2003),

Assim, o *tapering* é uma estratégia que pode promover diversos benefícios em parâmetros fisiológicos, no entanto, as características do *tapering* podem influenciar esses ganhos, sendo que a manutenção da intensidade do treinamento parece ser um fator primordial para promover maiores benefícios fisiológicos.

2.1.2 Efeitos em parâmetros de *performance* neuromuscular

As melhoras em parâmetros de *performance* neuromuscular com a utilização do *tapering* são bem documentadas na literatura (COSTILL et al., 1985; JOHNS et al., 1992; PAPOTI et al., 2007; TRAPPE et al., 2001). Essas melhoras encontradas podem ser relacionadas aos ganhos nos parâmetros de força e potência (COSTILL et al., 1985; JOHNS et al., 1992; PAPOTI et al., 2007; TRAPPE et al., 2001) em diversas modalidades esportivas.

A maioria dos estudos realizados nessa perspectiva foram realizados com nadadores e os resultados apontam fortes evidências de efeito benéfico. Em uma das primeiras investigações sobre o tema, Costill et al. (1985) encontraram uma melhora em nadadores de 17,7% na potência mensurada em um aparato terrestre que simula o nado e de 24,6% na potência de nado atado após 14 dias de *tapering*. Achados similares foram encontrados por Johns et al. (1992) também na potência de nado atado, os quais mostraram um aumento de ~5% após *tapering* de

10 e 14 dias, enquanto que Papoti et al. (2007) encontraram uma melhora na força de nado de atado de 3,8% após 11 dias de *tapering* com redução progressiva do volume de treinamento (48%). Além de melhoras no potência de nado atado (13%), Trappe et al. (2001) também comprovaram que o *tapering* pode ser efetivo para melhorar a propriedade contrátil de fibra muscular isolada, como aumento no diâmetro de fibras tipo II (11%), força pico nas fibras do tipo II (~ 30%), velocidade de encurtamento das fibras do tipo I (32%) e tipo II (67%) e potência pico nas fibras tipo II (~128%). Em um dos poucos estudos que não encontraram melhora nos parâmetros de potência após o *tapering*, Raglin et al. (1996) encontraram um aumento não significativo de 5,3% e 5,5% na potência pico e média durante o nado atado.

Em estudo mais recente que os citados anteriormente, Beltran-Valls et al. (2017) encontraram melhora na potência de salto vertical de 5,4% em jogadores amadores de futebol realizando um período de *tapering* de 2 semanas com 50% de redução do volume de treinamento. Similarmente, De Lacey et al. (2014) mostraram melhora na potência máxima de salto vertical e na altura de salto vertical em jogadores de Rugby após 21 dias de *tapering*.

Desse modo, a estratégia de *tapering* possui fortes evidências de ser efetiva para melhorar parâmetros de força e potência em diversas modalidades esportivas.

2.1.3 Efeitos sobre parâmetros de *performance* esportiva

Além de promover melhorias sobre os parâmetros fisiológicos e de *performance* neuromuscular, o período de *tapering* também pode auxiliar no processo de restauração da fadiga acumulada com o treinamento e promover melhorias sobre parâmetros de *performance* esportiva (MUJIKÁ et al., 2004). Tanto a magnitude da fadiga acumulada como a sua etiologia vão depender das características do treinamento realizado, mas de modo geral, os processos associados a fadiga que o período de *tapering* poderia reverter seria o processo de dano tecidual (este pode estar associado a fadiga periférica e central) e restauração dos estoques de glicogênio acometidos pelo acúmulo de treinamento (CARROLL; TAYLOR; GANDEVIA, 2017). De modo geral, os benefícios sobre a *performance* esportiva com o *tapering* são de ~3% (MUJIKÁ e PADILLA, 2003), podendo ser efetivo em diversos tipos de modalidades.

Dentre todas as modalidades esportivas, a natação é a que possui o maior número de investigações sobre os efeitos do *tapering* na *performance*. Em uma das primeiras investigações sobre o tema, Costill et al. (1985) mostraram um efeito benéfico de +3,1% após 14 dias de *tapering* com redução de volume de treino sobre a *performance* de nado em distâncias de 50 até 1650 jardas nos diferentes estilos de nado. Corroborando esses achados, Papoti et al. (2007) encontraram melhora na *performance* de 200 m de +1,6% com 11 dias de *tapering* com redução

de volume não linear e sem alteração na frequência e intensidade de treinamento. Já Trappe et al. (2000) encontraram maiores ganhos (+4%) na *performance* em provas de 50 a 500 jardas após um período de *tapering* de 21 dias com importante redução no volume. Portanto, é bastante provável que os atletas de natação possam se beneficiar dessa estratégia de treinamento, principalmente se o *tapering* for realizado com reduções no volume e manutenção da intensidade de treinamento.

Outras modalidades esportivas cíclicas, como a corrida, também podem se beneficiar dessa estratégia de treinamento. Nessa perspectiva, Skovgaard et al. (2017) mostraram melhora (2,7%) na performance de 10 km em corrida após 8 e 16 dias de *tapering* com redução no volume de treinamento. Similarmente, a efetividade ergogênica do *tapering* também foi comprovada em distância de 5 km (3% de melhora) com 7 dias de *tapering* de alta intensidade e com 85% no volume de treinamento (HOUMARD et al., 1994). No entanto, em prova de 800 m e com período de *tapering* de apenas 6 dias (com reduções acentuados no volume), Mujika et al. (2002) não encontraram melhora significativa na *performance* de atletas bem treinados (0,32% de melhora), embora de 8 atletas, 5 tenham melhorado a performance, o que pode ter alguma relevância em termos práticos. No entanto, algumas informações devem ressaltadas sobre esse estudo (MUJIKÁ et al., 2002), como por exemplo, o tamanho amostral de 4 atletas em cada grupo e o curto tempo de *tapering* (6 dias, sendo que o ideal são 14 dias (BOSQUET et al., 2007)) podem ter relevante influência sobre o resultado. Já em estudos com ciclistas, um dos poucos estudos realizados até o momento encontraram aumentos na performance de 20 km de ~6% após a realização de *tapering* com redução de volume através de cinética exponencial (ISHAK; HASHIM; KRASILSHCHIKOV, 2016). Desse modo, assim como na natação, torna-se muito provável que a realização do *tapering* seja efetiva para melhora a *performance* de modalidade como corrida e ciclismo desde que o *tapering* seja realizado de acordo com as recomendações de Bosquet et al. (2007).

Em adição, o *tapering* também pode ser efetivo para melhorar a *performance* em modalidades esportivas acíclicas e/ou coletivas. Em estudo realizado com atletas de ginástica rítmica, Antualpa et al. (2017) encontraram melhora (aproximadamente de 6 até 33%) em testes específicos da modalidade após 2 semanas de *tapering* realizado através de reduções no volume (horas de treinamento). No que concerne a modalidades esportivas coletivas, Bishop et al. (2005) em um dos primeiros estudos nessa perspectiva, investigaram os efeitos do *tapering* sobre a habilidade de sprints repetidos (RSA) em atletas recreacionais de diversas modalidades coletivas e encontraram reduções significativas no decréscimo de trabalho durante a realização dos esforços de 7,9% após 10 dias de *tapering* realizado através de reduções na carga de

treinamento (volume \times intensidade) de modo exponencial rápido. Em estudo realizado com atletas de rugby, Marrier et al. (2017) encontraram melhora de 9,0% no RSA e de 3,1% na *performance* de *sprint* de 30 m, sendo que os maiores ganhos foram encontrados dentro das duas primeiras semanas de *tapering* com reduções na distância total percorrida durante as sessões de rugby (-30%), número de séries durante treinamento de força e de sessões alta intensidade (-50%) e frequência de sessões de treinamento (-20%). Assim, embora poucos estudos tenham sido realizados até o momento com modalidades esportivas coletivas, esses achados indicam que o *tapering* também pode ser efetivo para melhora de *performance* nessas modalidades esportivas.

Portanto, a realização do *tapering* parece ser uma estratégia efetiva para a melhora da *performance* esportiva, tanto em modalidades cíclicas como em modalidades coletivas. Desse modo, torna-se evidente que a realização do *tapering* é uma estratégia efetiva para promover melhora fisiológica, de desempenho neuromuscular e de *performance* esportiva. No entanto, a magnitude desses benefícios pode ser influenciada pelas sobrecargas de treinamento que antecedem o período de *tapering* (MUJIKI, 2010; THOMAS AND BUSSO, 2005), as quais serão discutidas a seguir.

2.2. Estratégia de intensificação previamente ao período de *tapering*

A realização de curtos período de altas cargas de treinamento (intensificação) previamente ao período de *tapering* é uma estratégia frequentemente utilizada no âmbito esportivo na tentativa de promover elevados ganhos de *performance* em diferentes modalidades (BELLINGER, 2020; MEEUSEN et al., 2013).

A intensificação das cargas de treinamento podem ser realizados em função do volume (FIGUEIREDO et al., 2019), intensidade (DRESSENDORFER et al., 2002; MORAES et al., 2017; PAPACOSTA; GLEESON; NASSIS, 2013) ou os ambos (FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017; HUG et al., 2014) e normalmente possuem a duração de 2 a 4 semanas. Além disso, os aumentos nas cargas de treinamento semanais podem ser de ~20% até 100% em relação a fase anterior (DRESSENDORFER et al., 2002; FIGUEIREDO et al., 2019; FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017; HUG et al., 2014; MORAES et al., 2017; PAPACOSTA; GLEESON; NASSIS, 2013), embora ainda não exista um valor de aumento considerado ideal para promover os maiores benefícios.

Alguns estudos mostraram que essa estratégia de intensificação das cargas de treinamento previamente ao período de *tapering* pode melhorar a *performance* em testes específicos em atletas de *endurance* (DRESSENDORFER et al., 2002; HUG et al., 2014; LE

MEUR et al., 2013), em atletas de provas de velocidade (FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017), e em atletas de modalidades esportivas coletivas (FIGUEIREDO et al., 2019) de 1,7% a 7,9%. No entanto, embora alguns estudos indiquem que essa estratégia seja efetiva, a elevação das cargas de treinamento pode induzir os atletas ao acometimento do estado de *overreaching* funcional (OR-F), fator que vem sendo demonstrado como limitante para as melhorias adquiridas com o *tapering* (AUBRY et al., 2014). O OR-F é um estado definido por uma redução temporária na *performance* concomitante aos aumentos nas cargas de treinamento e com restauração da mesma após de *tapering* (BELLINGER, 2020; MEEUSEN et al., 2013).

Enquanto que estudos com modelagem matemática propõe a hipótese de que a queda de *performance* previamente ao período de *tapering* poderia ser um fator necessário para promover elevada melhoria da *performance* (THOMAS e BUSSO, 2005), os ensaios clínicos mais recentes têm mostrado que o acometimento do OR-F pode limitar as melhorias na *performance* em comparação aos atletas que realizam a intensificação do treinamento sem o acometimento desse estado (AUBRY et al., 2014; AUBRY et al., 2015; HAUSSWIRTH et al., 2014). No entanto, essas informações se restringem a estudos com atletas de *endurance*, sendo necessário novos estudos com diferentes modalidades esportivas para verificar se o acometimento do estado de OR-F pode limitar as melhorias adquiridas com a estratégia de elevação das cargas de treinamento e subsequente período de *tapering*.

As causas que fazem com que o OR-F possa limitar as melhorias adquiridas com a estratégia de elevação das cargas de treinamento e período de *tapering* ainda não estão totalmente estabelecidas. O estado de OR-F pode ser acompanhado de distúrbios fisiológicos e psicológicos (MEEUSEN et al., 2013). A nível fisiológico, uma das principais alterações estão relacionadas a atividade hormonal do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (BARRON et al., 1985; MEEUSEN et al., 2013), as quais podem prejudicar a ressíntese de glicogênio (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995), deteriorar o processo contrátil muscular (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995) e possivelmente reduzir a responsividade adrenal ao exercício (LE MEUR et al., 2014). Outros fatores fisiológicos como a deterioração do estado imunológico (AUBRY et al., 2014; HAUSSWIRTH et al., 2014) e um desequilíbrio no balanço autonômico (LE MEUR et al., 2013) também podem ocorrer nos estados de OR-F, OR-NF e OTS. Assim como, a nível psicológico, alterações negativas no perfil de humor são bastantes decorrentes nesses estados (AUBRY et al., 2014).

2.2.1. Classificação do *overreaching* funcional

O OR-F pode ser acometido em decorrência do aumento das cargas de treinamento por curto período de tempo (< 4 semanas) (MEEUSEN et al., 2013). A caracterização desse estado é definida por uma redução temporária na *performance* concomitante ao período de aumento nas cargas de treinamento (MEEUSEN et al., 2013) com restauração ou até supercompensação da *performance* após o período de *tapering* (BELLINGER, 2020; MEEUSEN et al., 2013). O acometimento do OR-F pode ou não acompanhar sinais e sintomas fisiológicos e psicológicos relacionados à uma má adaptação ao treinamento (MEEUSEN et al., 2013).

Caso a realização do período de intensificação do treinamento se prolongue, é provável que os atletas sejam acometidos por um estado de fadiga exacerbada chamado de *overreaching* não funcional (OR-NF) (MEEUSEN et al., 2013) ou até mesmo sejam acometidos pela síndrome de *overtraining* (OTS). No estado de OR-NF, a queda de *performance* pode demorar de semanas a alguns meses para ser restaurada, enquanto na OTS a restauração pode levar vários meses e, em ambos os casos, não existe possibilidade de supercompensação. Além disso, em atletas acometidos pelo OR-NF e OTS, os distúrbios fisiológicos e psicológicos são mais prováveis de ocorrer (MEEUSEN et al., 2013).

Até o presente momento, diversos estudos têm se proposto a investigar as alterações fisiológicas e psicológicas que são decorrentes dos estados de OR-F, OR-NF e OTS, os quais poderiam teoricamente contribuir para um diagnóstico dos mesmos. Embora esses estudos tenham mostrado que os estados de OR-F, OR-NF e OTS possam alterar diversos parâmetros fisiológicos e psicológicos, o método mais aceito atualmente para o diagnóstico desses estados é a redução na *performance* (AUBRY et al., 2014; MEEUSEN et al., 2013). É importante ressaltar que a *performance* deve ser avaliada através de específicos da modalidade esportiva estudada (provas oficiais, provas simuladas, teste de *sprints* repetidos, etc...), testes de tempo até a exaustão e testes de exercícios de alta intensidade (MEEUSEN et al., 2013). Ainda, a distinção entre os estados de fadiga crônica deve ser realizada através da análise do tempo dispendido para a restauração da *performance* (KREHER, 2016).

2.2.2. Consequências na *performance* e em parâmetros fisiológicos decorrentes dos estados de OR-F

2.2.2.1 Alterações na *performance*

Até um determinado momento na literatura, o acometimento do estado de OR-F foi considerado como um componente necessário dentro de um programa de treinamento esportivo

para promover expressivas melhorias de *performance* após o período de *tapering* (BELLINGER, 2020; COUTTS et al., 2007a; JEUKENDRUP et al., 1992; MEEUSEN et al., 2013; THOMAS e BUSSO, 2005). A justificativa para isso era baseada nos resultados de alguns estudos de modelagem matemática (THOMAS e BUSSO, 2005) e até mesmo por alguns estudos experimentais de campo que demonstravam que as reduções iniciais na *performance* promovidas pelo período de intensificação do treinamento seriam substancialmente supercompensadas após o período de *tapering* (COUTTS et al., 2007a; JEUKENDRUP et al., 1992). Nessa perspectiva, Thomas e Busso (2005) mostraram através de modelagem matemática que um aumento de 20% na carga de treinamento além da carga habitual durante 28 dias previamente ao período de *tapering*, o qual induziria o acometimento do estado de OR-F, promoveria maiores ganhos na *performance* após o período de *tapering* em comparação ao treinamento com manutenção de cargas habituais. Além disso, alguns estudos experimentais como o de Jeukendrup et al. (1992) realizado com ciclistas e de Coutts et al. (2007a) realizado com jogadores de rugby, indicavam que o acometimento do estado de OR-F reduziria temporariamente a *performance* após o período de intensificação ($\sim -3,5\%$ em teste *time-trial* e $\sim -10\%$ no *multistage fitness test*) e, após a realização do período de *tapering*, poderia promover expressivas melhorias em relação a fase anterior ($\sim +7,2\%$ em teste *time-trial* e $\sim +18\%$ no *multistage fitness test*). No entanto, devido aos achados com estudos de modelagem matemática serem apenas teóricos e devido à falta de grupos comparativos (controle e carga alta sem OR-F) nos estudos de Jeukendrup et al. (1992) e de Coutts et al. (2007a), a justificativa de que o acometimento do estado de OR-F seria um componente necessário para o programa de treinamento esportivo se torna contestável.

Com base nessas limitações, Aubry et al. (2014) investigaram os efeitos do acometimento do OR-F na *performance* de teste incremental máximo em atletas de *endurance* após o período de *tapering* e, diferentes dos estudos anteriores, os autores compararam as respostas de *performance* dos atletas diagnosticados com OR-F e dos atletas que realizaram o período de intensificação (+30% em relação ao ciclo anterior por 3 semanas) e apenas apresentaram fadiga aguda, isso é, aqueles atletas que não apresentaram redução na *performance* mesmo com alta percepção de fadiga. Os resultados do estudo de Aubry et al. (2014) mostraram que os atletas diagnosticados com o estado de OR-F apresentaram uma redução temporária de $\sim -2\%$ na *performance* ao final do período de intensificação do treinamento e, com duas semanas do período de *tapering*, a *performance* apresentou apenas uma pequena melhora em relação ao período pré aumento das cargas (+1%), enquanto que o

grupo que apresentou fadiga aguda apresentou uma melhora expressiva de $\sim+4\%$ após duas semanas de *tapering*.

Outros estudos com desenhos experimentais semelhantes e utilizando testes de *endurance* corroboraram esses achados (LE MEUR et al., 2014; HAUSSWIRTH et al., 2014; AUBRY et al., 2015; BOUDILLON et al., 2018), indicando que o acometimento do estado de OR-F pode limitar as melhorias na *performance* após o período de *tapering* em comparação aos atletas que foram submetidos ao mesmo tipo de treinamento e apenas reportam fadiga aguda. Ainda, existem estudos como o de Coates et al. (2018) que mostraram que atletas de *endurance* que foram acometidos com o estado de OR-F após 3 semanas de intensificação das cargas de treinamento apresentaram uma supercompensação na potência pico em teste incremental não superior ao grupo controle (treinamento com carga habitual) após o período de *tapering*.

Além de poder influenciar diretamente parâmetros de *performance*, existem evidências que sugerem que o acometimento do estado de OR-F pode afetar o comportamento do sistema locomotor. Nessa perspectiva, Bellenger et al. (2019) avaliaram o comportamento locomotor de atletas corredores de *endurance* através de uma análise de *detrended fluctuation* durante intensidades submáximas e mostraram que mesmo após o período de *tapering* o comportamento locomotor dos atletas permaneceu deteriorado, o que segundo os autores, poderia aumentar o risco de lesão.

Desse modo, é possível que os atletas que sejam acometidos com o estado de OR-F, ou seja, que apresentam reduções temporária na *performance*, não obtenham elevada supercompensação após o período de *tapering* em atletas de *endurance* como é reportado em atletas que apresentam apenas fadiga aguda. No entanto, essas informações se restringem à atletas de *endurance*, sendo necessário novos estudos em atletas de outras modalidades esportivas.

2.2.2.2. Alterações bioquímicas

Uma das alterações mais evidentes em atletas acometidos por OR-F é a redução da concentração de lactato ($[La^-]$) durante a realização de esforços em intensidades submáximas e na $[La^-]$ pico após esforços máximos (MEEUSEN et al., 2013). Diversos estudos tem demonstrado que tanto atletas em estado de OR-F podem ter uma redução na $[La^-]$ pico após esforços máximo de até $\sim-4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e em intensidade submáximas de $\sim-1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ou mais ao final do período de intensificação das cargas (AUBRY et al., 2015; HALSON et al., 2002; JEUKENDRUP et al., 1992; LE MEUR et al., 2014; MEUR et al., 2013). Uma possível explicação para isso poderia ser a depleção dos estoques de glicogênios, no entanto, essa

hipótese foi refutada por Snyder et al. (1998) que não encontraram reduções significativas nos estoques de glicogênio em indivíduos diagnosticados com OTS. Assim, tais reduções nas $[La^-]$ submáximas e pico parecem estar mais associadas à uma resposta adrenérgica reduzida durante a realização desses esforços em indivíduos sob o estado de OR-F (LE MEUR et al., 2014). Essa explicação é baseada nos achados de Le Meur et al. (2014) que encontraram menores $[La^-]$ em intensidade a 90% e 100% da potência pico em cicloergômetro em atletas induzidos ao OR-F concomitante a reduções nas concentrações de epinefrina. No entanto, embora seja muito provável que ocorra redução nas $[La^-]$ após o período de intensificação das cargas em atletas acometidos pelo OR-F, após o período de *tapering* essas reduções nas $[La^-]$ são totalmente restauradas e os valores voltam a normalidade (AUBRY et al., 2015; HALSON et al., 2002; JEUKENDRUP et al., 1992; LE MEUR et al., 2014).

Outros parâmetros bioquímicos bastante investigados para detecção dos estados de OR-F são os marcadores de lesão tecidual, como as concentrações sanguíneas de creatina quinase (CK). No entanto, os aumentos substanciais das concentrações de CK sob o estado de OR-F não são um consenso literaturo. Alguns estudos como o de Halson et al. (2003) encontraram aumento nas concentrações de CK após 2 semanas de treinamento intensificado em ciclistas de *endurance*, com restauração das concentrações após o período de *tapering*. Em estudos com atletas de rugby, Coutts et al. (2007a, 2007b) encontraram aumentos significativos nas concentrações de CK em após período de treino intensificado para indução ao OR-F, no entanto, esses valores permaneceram elevados mesmo após o período de *tapering*. Por outro lado, esse mesmo grupo de autores (COUTTS et al., 2007) investigaram as respostas de sanguíneas de CK em triatletas após um período de treinamento intensificado e não reportaram nenhum aumento substancial nessas concentrações. Assim como, em estudo realizado com indivíduos fisicamente ativos, Hasegawa et al. (2015) também não encontraram aumentos nas concentrações de CK após o período 12 dias de treinamento de *sprints* máximo com o intuito de promover a indução ao estado de OR-F. A ausência de aumentos significativos encontrados nesses estudos pode ser devido ao fato das concentrações de CK apresentarem grande variabilidade individual (BRANCACCIO et al., 2008). Além disso, essas concentrações são dependentes da sobrecarga de treinamento da última sessão de exercício (BRANCACCIO et al., 2008), atingindo o pico em aproximadamente 4 dias (PEAKE et al., 2017) e possivelmente sendo representativo de sobrecargas agudas em detrimento a um estado de fadiga crônica. Assim, novos estudos devem ser realizados para verificar as possíveis alterações nos marcadores de dano muscular em atletas sob o estado de OR-F.

Outras variáveis hematológicas como eritrócitos, hemoglobina, ureia, ferritina, amônia (COUTTS et al., 2007a, 2007b; HALSON et al., 2002, 2003; URHAUSEN et al., 1998) entre outros também já foram investigados em atletas sob o estado de OR-F, mas nenhuma dessas variáveis apresentaram alterações consistentes até o presente momento.

Portanto, as alterações bioquímicas mais prováveis em atletas sob o estado de OR-F, são as reduções temporárias nas $[La^-]$ em intensidades submáximas e máximas após o período de treinamento com carga alta, enquanto que os marcadores de lesão tecidual como a CK apresentam resultados contraditórios na literatura. Dessa maneira, novos estudos devem ser realizados para investigar se o OR-F pode estar associado com alterações nos marcadores de lesão tecidual.

2.2.2.3. Alterações hormonais

Todas as alterações fisiológicas a um agente estressor, como por exemplo o treinamento, são reguladas pelo sistema endócrino, o qual pode influenciar tanto a fase de realização do exercício como a fase de recuperação após o exercício através da modulação de processos orgânicos anabólicos e catabólicos (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995). Desse modo, qualquer distúrbio na produção hormonal pode gerar importantes alterações tanto sobre a *performance* esportiva como sobre as adaptações fisiológicas crônicas ao treinamento. Nessa perspectiva, o estado de OR-F pode ser caracterizado por um desequilíbrio neuroendócrino, os quais envolvem principalmente perturbações no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (BARRON et al., 1985; MEEUSEN et al., 2013; FRY et al., 1994). Assim, alguns hormônios que fazem parte desse eixo como o cortisol, hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e catecolaminas são plausíveis de serem alterados no estado de OR-F (MEEUSEN et al., 2013) e podem prejudicar fatores como o débito cardíaco durante o exercício (LE MEUR et al., 2014) e o processo de restauração de substrato energético pós exercício (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995). Portanto, as concentrações hormonais são um grande foco de investigação para detecção dos estados de OR-F, embora ainda exista certa divergência nos resultados, provavelmente devido a fatores com grande impacto na produção hormonal, como horário da coleta, ingestão de alimentos, tempo após o término do exercício, sexo e idade (MEEUSEN et al., 2013).

O cortisol é um hormônio bastante investigado na tentativa de caracterização do estado de OR-F por ser um biomarcador de estresse decorrente de estímulos físicos ou psicológicos (POWELL et al., 2015). No entanto, apesar do grande interesse sobre as respostas desse hormônio em atletas sob o estado de OR-F, os achados ainda são inconsistentes. Parte dos estudos nessa perspectiva analisaram a concentração de cortisol durante o repouso, e nesse caso,

o comportamento dessa variável reportado pelos estudos é de aumento das concentrações sanguíneas após o período de intensificação das cargas (SVENDSEN et al., 2016) ou nenhuma alteração substancial (COUTTS et al., 2007b, 2007a; HASEGAWA et al., 2015). A concentração de cortisol elevada durante o repouso pode ter um efeito proteico-catabólico no músculo esquelético durante o processo de recuperação pós exercício, o que poderia ter um efeito deletério na recuperação muscular em atletas sob estado de OR-F (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995). Em um dos poucos estudos estudo com OR-F que encontraram aumentos na concentração sanguínea de cortisol, Svendsen et al. (2016) mostraram que as concentração de cortisol de repouso aumentaram mesmo com a ingestão de altas quantidades de carboidrato após 8 dias de treinamento intensificado em ciclistas bem treinados. No entanto, a maioria dos estudos não encontraram diferenças nas concentrações sanguíneas de cortisol em repouso em atletas sob estado de OR-F (COUTTS et al., 2007b, 2007a; SCHALL et al., 2014; HASEGAWA et al., 2015).

As concentrações absolutas de testosterona também são foco de investigação de estudos que tem como objetivo caracterizar os estados de OR-F e, assim como as concentrações de cortisol, algumas divergências são encontradas na literatura. As alterações negativas nas concentrações de testosterona poderiam afetar o metabolismo muscular durante a fase de recuperação do atleta, devido ao fato de a testosterona ter relevante influência sobre a síntese de proteínas e sobre a atividade da enzima glicogênio sintetase (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995). Nessa perspectiva, Coutts et al. (2007b) encontraram reduções nas concentrações sanguíneas de testosterona em jogadores de rugby após período de treinamento intensificado, com restauração das concentrações após o período de *tapering*. Entretanto, grande parte dos estudos realizados nessa perspectiva não encontraram alterações em indivíduos sob o estado de OR-F (COUTTS et al., 2007b; COUTTS; WALLACE; SLATTERY, 2007; HASEGAWA et al., 2015), o que indica a necessidade de se ter cautela ao interpretar resultados relacionados as concentrações de testosterona, já que os estados de OR-F podem estar ou não acompanhados de alterações nas concentrações de testosterona.

Quando as concentrações de sanguíneas testosterona e cortisol são analisadas juntos através da razão hormonal de testosterona/cortisol (T/C), o que teoricamente representa o estado anabólico/catabólico do organismo, os resultados também apresentam divergência na literatura. Em um dos estudos que encontraram alteração na razão sanguínea de T/C, Coutts et al. (2007) mostraram redução nessa razão em jogadores de rugby ao final de um período de treinamento com intensificação das cargas e até mesmo após período de *tapering*. Em outro estudo conduzido pelo mesmo grupos de autores (COUTTS et al., 2007b) também com jogadores de

rugby, tanto o grupo que treinou com as cargas intensificadas como o grupo que treinou com carga habitual apresentaram redução na razão sanguínea T/C, no entanto, após o período de *tapering*, as razões T/C foram supercompensadas apenas para o grupo que treinou com cargas habituais, indicando que o treinamento intensificado pode ter limitado as adaptações anabólicas nos atletas induzidos aos OR-F. Por outro lado, um número considerável de estudos não encontraram alteração substancial nas razões sanguíneas de T/C (HASEGAWA et al., 2015; LANE 2010; FRY 1992). Assim, embora ainda controverso, as razões sanguíneas de T/C possuem indícios (além de uma racionalidade teórica plausível) de serem diminuídos sob o estado de OR-F. No entanto, novas investigações se fazem necessárias para a confirmar se o estado de OR-F pode estar associado com alterações na razão T/C.

Recentemente, o grupo de hormônios das catecolaminas tem recebido grande atenção como possíveis indicadores dos estados de OR-F. Devido à grande importância das catecolaminas na regulação de respostas fisiológicas durante a realização de exercício físico, as alterações na concentração desses hormônios podem ter grande impacto sobre a *performance*. Nessa perspectiva, Le Meur et al. (2014) mostraram que atletas de *endurance* induzidos ao estado de OR-F apresentaram reduzida concentração de epinefrina durante um teste incremental máximo ao final do período de intensificação das cargas, com restauração dos valores após o período de *tapering*. De modo similar, Aubry et al. (2015) também encontraram em atletas de *endurance* diagnosticados como OR-F, reduções substanciais de concentração de epinefrina e norepinefrina durante um teste incremental máximo após o período de intensificação das cargas de treinamento. Ainda, os autores mostraram mesmo após o período de *tapering* as concentrações de norepinefrina permaneceram reduzidas (AUBRY et al., 2015). No entanto, é importante ressaltar que também existem estudos que não encontraram alteração nas concentrações de catecolaminas em repouso (HALSON et al., 2002) e até mesmo em exercício (KIRWAN et al., 1988), o que sugere a necessidade de novos estudos para comprovar se as catecolaminas podem ser alteradas em estados de OR-F. Assim, embora até o momento poucos estudos tenham investigado as respostas de catecolaminas durante o exercício físico em indivíduos sob o estado de OR-F, os achados são promissores e indicam que as concentrações desses hormônios podem ser reduzidas durante o exercício em atletas de *endurance*, enquanto que em repouso essas alterações ainda são incertas.

Desse modo, as concentrações de catecolaminas mensuradas durante o exercício parecem ser os hormônios mais prováveis de serem alterados sob o estado de OR-F. Por outro lado, os outros hormônios como testosterona, cortisol e a razão sanguínea de T/C possuem ainda certa divergência na literatura sobre as possíveis alterações em atletas sob o estado de OR-F, o

que não descarta a possibilidade de serem marcadores úteis para detecção de estresse fisiológico acumulado de uma rotina de treinamento com intensificação das cargas.

2.2.2.4. Alterações no sistema nervoso autônomo

Os parâmetros representativos do sistema nervoso autônomo (SNA) parecem ser suscetíveis a alteração em atletas acometidos com o estado de OR-F. Um método não invasivo para monitorar a atividade do SNA que vem sendo bastante utilizado é a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (SCHNEIDER et al., 2018; TASK FORCE, 1996). A VFC representa a mudança no intervalo de tempo entre batimentos cardíacos sucessivos (intervalo RR) (BUCHHEIT, 2014; TASK FORCE, 1996). Nessa perspectiva, as análises mais utilizadas atualmente para obtenção de parâmetros representativos do sistema nervoso autônomo são as análises no domínio do tempo e as análises espectrais, as quais são realizadas no domínio da frequência (BUCHHEIT, 2014; TASK FORCE, 1996). Em termos práticos, a variável mais atrativa para o monitoramento do estado de recuperação de atletas é a análise no domínio do tempo chamada de RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes), que representa a atividade parassimpática (BUCHHEIT, 2014; TASK FORCE, 1996). A preferência pelo uso da RMSSD no âmbito esportivo se deve pelo curto período de tempo necessário para o registro dos batimentos cardíacos (1-10 min) (NAKAMURA et al., 2015), assim como, por ser pouco afetada pela respiração e pela praticidade na determinação dos seus valores (BUCHHEIT, 2014; TASK FORCE, 1996). Além da RMSSD, outra variável no domínio do tempo bastante usual é a SDNN (desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo) que representa todos os componentes cíclicos responsáveis pela VFC (LABORDE; MOSLEY; THAYER, 2017; TASK FORCE, 1996). Em relação as variáveis no domínio da frequência, a banda de baixa frequência (LF) que varia entre 0,04 e 0,15 Hz é um índice que representa a atividade mista sobre o balanço autonômico (LABORDE; MOSLEY; THAYER, 2017; TASK FORCE, 1996). Por outro lado, a banda de alta frequência (HF), que especificamente abrange os valores entre 0,15 e 0,40 Hz, reflete tônus vagal (LABORDE; MOSLEY; THAYER, 2017; TASK FORCE, 1996). Ainda, é possível a utilização da razão a LF/HF que também representa o balanço simpato-vagal. No entanto, é importante ressaltar que esse índice possui um alto coeficiente de variação (~82%) (AL HADDAD et al., 2011), o que torna a sua utilidade discutível.

Assim, através das análises dessas variáveis, é possível avaliar o balanço autonômico dos atletas e conseqüentemente monitorar o processo de recuperação e adaptação do sistema cardiorrespiratório durante uma temporada esportiva (BUCHHEIT, 2014). Os possíveis

desequilíbrios gerados pelo estresse de treinamento entre o sistema nervoso simpático e parassimpático podem ser recorrentes após o período de treinamento com intensificação das cargas e devem ser considerados de acordo com as características da modalidade esportiva analisada. Por exemplo, atletas participantes de modalidades de provas de velocidade ou que contemplem esforços de alta intensidade apresentam uma redução da atividade parassimpática em repouso (por exemplo, diminuição na RMSSD e HF) após o período de treinamento com intensificação das cargas (FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017; IELLAMO et al., 2002), enquanto que atletas de *endurance* normalmente apresentam hiperatividade parassimpática em repouso após o período de intensificação das cargas (por exemplo, aumento na RMSSD e HF) (BELLENGER et al., 2015, 2017; LE MEUR et al., 2013a), comportamento que é muito similar a uma adaptação positiva ao processo de treinamento (BELLENGER et al., 2015). Esse comportamento pode ser sumarizado pelo estudo de Plews et al. (2014) que mostrou um aumento na RMSSD em remadores quando o treinamento foi realizado abaixo do primeiro limiar de lactato, indicando um aumento no tônus vagal e, diminuição RMSSD quando o treinamento foi realizado acima do segundo limiar de lactato, indicando uma redução no tônus vagal.

Em uma das primeiras investigações sobre os efeitos do aumento de cargas nos parâmetros de VFC em atletas de modalidades esportivas de velocidade, Hedelin et al. (2000) não verificaram nenhuma alteração importante nos parâmetros de VFC após 6 dias de treinamento com aumentos de 50% nas cargas habituais em canoístas. Entretanto, esse estudo analisou poucas variáveis de VFC, sendo essas apenas no domínio da frequência, as quais são menos usuais nos estudos dessa perspectiva. Quando atletas de característica similar (remadores) foram avaliados após aumento de 100% na carga de treinamento, as variáveis relacionadas ao sistema nervoso parassimpático foram alteradas (redução na HF e aumento na LF e LF/HF), indicando aumento na atividade simpática durante o repouso (IELLAMO et al., 2002). O mesmo comportamento de redução de atividade vagal foi encontrado recentemente em nadadores de curtas distâncias após 2 semanas de intensificação das cargas de treinamento (redução na RMSSD) (FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017) e com atletas de judô após 4 semanas de treinamento intensificado (MORALES et al., 2014). Até mesmo atletas de *endurance* quando possuem o treinamento intensificado podem apresentar esse tipo de comportamento na VFC (SCHMITT et al., 2013; UUSITALO; UUSITALO; RUSKO, 2000), indicando que a característica do treinamento pode ser o fator chave para modular o comportamento da VFC. No entanto, é importante ressaltar que esses estudos não realizaram nenhum diagnóstico de OR-F, o que indica que essas alterações nos parâmetros da VFC podem

ter sido recorrentes apenas do período de aumento de cargas e não necessariamente serem estarem associadas com o acometimento do estado de OR-F.

Quando os aumentos na carga de treinamento são em função do aumento no volume, como é característico nos atletas de *endurance*, as alterações na VFC são contrárias aos encontrados com atletas modalidades esportivas de velocidade ou que contemplem esforços intermitentes e, nesse caso, o comportamento esperado é de hiperatividade parassimpática (BELLENGER et al., 2015, 2017; LE MEUR et al., 2013a). Nessa perspectiva, Le Meur et al. (2013) induziram triatletas ao estado de OR-F com aumento no volume de treinamento mas sem alteração na distribuição da intensidade de treino (isto é, % de tempo na zona 1, zona 2 e zona 3) e verificaram aumento na atividade parassimpática (aumento na RMSSD e HF) durante esse período com restauração após o *tapering*. Similares achados de hiperatividade parassimpática (aumentos na RMSSD) foram mostrados por Bellenger et al. (2015, 2017) também com triatletas após induções ao OR-F promovidas por aumentos expressivos na carga total de treinamento durante 2 semanas. No entanto, utilizando um período 3 semanas de com aumento de 45% na carga de treinamento, Bourdillon et al. (2018) encontraram hiperatividade parassimpática substancial (aumento na RMSSD e HF) apenas após o *tapering* em atletas de *endurance*. Além disso, Bourdillon et al. (2018) mostraram que o grupo que realizou o mesmo treinamento sem o acometimento do estado de OR-F (fadiga aguda) também apresentou hiperatividade parassimpática, indicando que as alterações na VFC é uma resposta comum dos atletas submetidos a um aumento nas cargas de treinamento.

Portanto, os parâmetros de VFC podem ser alterados após o período de aumento nas cargas de treinamento e não exclusivamente com o acometimento de OR-F. Ainda, essas alterações podem ser contrárias dependendo das características das modalidades esportivas. Nessa perspectiva, atletas de modalidade esportiva de velocidade ou de modalidades esportivas que contemplem esforços intermitentes, cuja a sobrecarga de treinamento ocorre em função principalmente de aumentos na intensidade, a resposta autonômica esperada é de diminuição de atividade parassimpática e aumento da atividade simpática em repouso, enquanto que em atletas de *endurance*, cuja a sobrecarga de treinamento ocorre principalmente em função de aumentos no volume, a resposta esperada é de hiperatividade parassimpática em repouso. Ainda, no caso de atletas de *endurance*, essa resposta de hiperatividade parassimpática pode se confundir com uma adaptação positiva ao treinamento físico e, portanto, é importante contextualizar essa hiperatividade parassimpática com o auxílio de testes de *performance*.

2.3. Polo aquático

2.3.1. Histórico e principais regras

O polo aquático foi criado no Reino Unido no final dos anos 1800 e incluído nas Olimpíadas de Paris em 1900 (SMITH, 1998), sendo considerada a modalidade esportiva coletiva mais antiga dos Jogos Olímpicos modernos (PLATANOU, 2009).

A prática do polo aquático inicialmente se tornou muito popular no continente europeu e, atualmente, com ajuda da inclusão do polo aquático feminino nos jogos Olímpicos (Sydney 2000), o esporte também se disseminou para outros continentes, tornando-se uma atividade popular também na América do Norte, Oceania e Ásia (SMITH, 1998).

O jogo de polo aquático é constituído por 2 gols posicionados em uma piscina de 20 a 30 m de comprimento para o masculino e de 20 a 25 m para o feminino, enquanto que a largura do campo de jogo deve ser de 10 a 20 m para ambas as modalidades (FEDERATION INTERNATIONAL NATATION ASSOCIATION, 2015). Ainda, cada equipe deve conter 7 jogadores, sendo seis jogadores de linha e um goleiro, com a presença mais de 6 atletas no banco de reservas que podem ser substituídos a qualquer momento da partida (FEDERATION INTERNATIONAL NATATION ASSOCIATION, 2015).

Os jogos oficiais são compostos por 4 tempos de 8 minutos (excluindo as pausas no jogo) separados por intervalos de 2 e 3 minutos (FEDERATION INTERNATIONAL NATATION ASSOCIATION, 2015). Em caso de empate, o vencedor do jogo é decidido nas cobranças de pênaltis (FEDERATION INTERNATIONAL NATATION ASSOCIATION, 2015).

Outra característica relevante da modalidade é que as equipes tem o tempo máximo de 30 segundos de posse bola para executar alguma ação e, caso esse tempo seja extrapolado, a posse da bola passar a ser da equipe adversária (FEDERATION INTERNATIONAL NATATION ASSOCIATION, 2015).

2.3.2 Ações de jogo

O polo aquático é uma modalidade caracterizada por esforços de alta intensidade que ocorrem de maneira intermitente durante uma partida. Tais esforços são realizados tanto na posição horizontal quanto na posição vertical (D'ERCOLE et al., 2013), sendo que cada posição representa ~50% do tempo de jogo (LUPO et al., 2009; SMITH, 1998).

A posição horizontal é utilizada para o deslocamento dos atletas durante o jogo, realizado principalmente com a execução do nado em estilo crawl (DOPSAJ; MADIC; OKIČIĆ, 2007), que pode ser realizado com a cabeça sob a água, com a cabeça acima da água

e/ou conduzindo a bola (DOPSAJ; MADIĆ; OKIČIĆ, 2007). De todo modo, o deslocamento total de um atleta masculino de elite de nível internacional durante uma partida é de ~1600 m (MELCHIORRI; CASTAGNA; SORGE, 2010), sendo ~44% dessa distância percorrida em alta intensidade, ou seja, em velocidade $> 1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (FRASE; HOHMANN, 1992; MELCHIORRI; CASTAGNA; SORGE, 2010). Em jovens atletas de polo aquático (~16 anos), Brisola et al. (2018) mostraram que a distância total percorrida em jogo simulado é similar à distância percorrida em jogo oficial por atletas de nível internacional (~1600 metros), porém, a velocidade percorrida em alta intensidade é consideravelmente menor para os atletas jovens (~6% em velocidade $> 1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Essa diferença expressiva pode estar associada a alguns fatores, como por exemplo, o fato de o jogo ser simulado no estudo de Brisola et al. (2018) e sem substituição, enquanto no estudo de Melchiorri et al. (2010) as partidas foram oficiais, nas quais os atletas poderiam ser substituídos durante a partida e possibilitando a manutenção das altas intensidades. No jogo feminino da categoria adulto, a distância total percorrida é de aproximadamente 700 m (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009), sendo que ~27% dessa distância é realizada em intensidade moderada e ~20% em alta intensidade (*sprints*) (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009), o que torna o jogo feminino relativamente menos intenso que o jogo masculino. Em relação ao número total de *sprints*, esses ocorrem ~15 vezes durante uma partida com duração de ~6 segundos cada no jogo feminino (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009).

Já a posição vertical é utilizada para realizar habilidades motoras como passes, arremessos, saltos, bloqueios e disputas com o oponente (PLATANOU; GELADAS, 2006), sempre utilizando o movimento de pernada alternada (movimento cíclico e alternado das pernas) chamado de pernada *egg beater* (ULJEVIC; ESCO; SEKULIC, 2014). As ações estacionárias e bloqueios apenas com um braço acima do nível da água são consideradas ações de baixa e moderada intensidade, respectivamente (D'AURIA; GABBETT, 2008; TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009) e representam grande parte das ações de posição vertical. No entanto, algumas ações nessa posição como os duelos e os movimentos que exigem do atleta grande elevação do tronco (peito e ombro acima do nível da água, por exemplo, nos arremessos) são considerados de alta intensidade e acontecem ~40 vezes durante uma partida feminina (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009), sendo considerados determinantes para a modalidade (D'AURIA e GABBETT, 2008).

Assim, as considerações de esforços de alta intensidade no polo aquático podem ser baseadas em esforços de posição vertical e horizontal. Nessa perspectiva, Tan et al. (2009) investigaram a frequência de esforços repetidos de alta intensidade (*sprints*, duelos,

movimentos de grande elevação de tronco repetidos no mínimo 3 vezes em intervalo máximo de 30 segundos) em partida oficial feminina e, os resultados mostraram que esse evento ocorre com a frequência de $6,7 \pm 3,5$ vezes por partida, com duração de cada esforço e tempo de recuperação entre os esforços de $5,9 \pm 2,6$ e $10,6 \pm 4,2$ segundos, respectivamente. Dessa maneira, os autores concluem que os programas de treinamento físico do polo aquático devem preparar os atletas para essas situações de esforços repetidos de alta intensidade (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009).

As ações de jogo no polo aquático podem variar consideravelmente de acordo com as posições dos atletas, indicando a especificidade de cada posição. Por exemplo, no jogo masculino, os jogadores marcadores de centro percorrem uma distância total significativamente maior (1816 ± 496 metros) durante uma partida oficial quando comparado a jogadores de perímetro (1676 ± 348 metros) e atacantes de centro (1317 ± 281 metros) (MELCHIORRI et al., 2010). No jogo feminino, diferente do que acontece no masculino, as atletas de perímetro percorrem distância similares aos jogadores de centro (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009). No entanto, as jogadoras de perímetro realizam maior número de *sprints* (20 ± 11 u.a.) e com duração maior ($6,7 \pm 1,3$ s) quando comparados às jogadoras de centro (9 ± 4 *sprints* de $5,7 \pm 0,8$ s) (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009). Já em relação a movimentos de posição vertical, as jogadoras de posições centrais realizam duelos com duração maior ($8,0 \pm 1,4$ s) do que jogadores de perímetro ($4,9 \pm 1,4$ s) (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2009). Portanto, visto que o posicionamento dos atletas é um fator que influencia as ações de jogo, ele deve ser considerado na prescrição dos treinamentos de uma equipe de polo aquático.

2.3.3. Características fisiológicas da modalidade

Por ser uma modalidade que contempla diversos esforços de alta intensidade, o polo aquático também é caracterizado por possuir grandes exigências metabólicas (SMITH, 1998). A contribuição energética total de uma partida de polo aquático é dividida em torno de 50 a 60% aeróbio e 40 a 50% anaeróbio (SMITH, 1998).

De maneira geral, um atleta de polo aquático (masculino ou feminino) apresenta valores de FC média durante uma partida $\sim 80\%$ da FC máxima (PLATANOU, 2009). Ainda, é comum encontrar valores elevados de $[La^-]$ durante uma partida, principalmente no jogo masculino. Melchiorri et al. (2010) reportaram que as $[La^-]$ absolutas durante o jogo masculino da categoria adulto são em média de $7,7 \pm 1,0$ $mmol \cdot L^{-1}$ (variação entre 2,2 e 14,3 $mmol \cdot L^{-1}$). Já em atletas jovens, a $[La^-]$ média de um jogo simulado é de $\sim 4,5$ $mmol \cdot L^{-1}$, sendo no último quarto encontrado os menores valores ($[La^-] = \sim 3,1$ $mmol \cdot L^{-1}$) (BRISOLA et al., 2018). Na

modalidade feminina da categoria adulta, os valores de $[La^-]$ são de aproximadamente $3,91 \pm 1,89 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (PLATANOU; GELADAS, 2006). No entanto, é importante ressaltar que devido as diferenças fisiológicas entre homens e mulheres, as $[La^-]$ máximas de atletas de polo aquático do sexo feminino são menores do que encontradas em homens ($8,9$ vs $16 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ em mulheres e homens, respectivamente) (PLATANOU, 2009).

Entretanto, por ser um ambiente com certa imprevisibilidade alguns fatores como diferença no placar da partida (PLATANOU, 2009), aspectos táticos (BOTONIS; TOUBEKIS; PLATANOU, 2015) e posicionamento dos atletas podem exercer grande influência sobre as variáveis fisiológicas e metabólicas do jogo. Por exemplo, os jogos com diferença de até dois gols no placar exigem uma demanda metabólica maior quando comparados com jogos com mais de 2 gols de diferença (PLATANOU, 2009). Ainda, recentemente Botonis et al. (2015) mostraram que o uso do sistema defensivo “pressão” em atletas da modalidade masculina ($[La^-] = 6,5 \pm 2,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) pode aumentar a demanda metabólica tanto para defensores quanto atacantes quando comparado à marcação por “zona” ($[La^-] = 4,7 \pm 2,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) ou “zona-pressão” ($[La^-] = 4,6 \pm 1,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$). Em relação ao posicionamento dos atletas, Melchiorri et al. (2010) mostraram que as $[La^-]$ são maiores para os jogadores atacantes de centro ($11,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), quando comparado aos marcadores de centro ($6,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) e outras posições ($5,3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$).

Assim, todos esses aspectos exigem que um atleta de polo aquático tenha uma excelente condição física para suportar a demanda metabólica imposta pela modalidade (MARRIN e BAMPOURAS., 2008). Em atletas de elite da modalidade masculina, os valores de $\dot{V}O_{2\text{max}}$ encontrados podem ser de $60,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, enquanto que em atletas da modalidade feminina, os valores de $\dot{V}O_{2\text{max}}$ podem ser maiores que $45 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (BOTONIS; TOUBEKIS; PLATANOU, 2019b). Ainda, o $\dot{V}O_{2\text{max}}$ parece ser sensível para discriminar atletas do sexo feminino de diferentes categorias ($45,3 \pm 6,8$ e $50,3 \pm 4,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para atletas da categoria júnior e adulta, respectivamente) (VERAMENTI e PLATANOU, 2008), indicando que esse parâmetro pode ser de extrema relevância para o polo aquático. Além disso, as velocidades de nado correspondes a $[La^-]$ de $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (próximo ao limiar anaeróbio) encontrados em atletas de elite da modalidade masculina é de $1,34 \pm 0,03 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (BOTONIS et al., 2018). Em atletas da modalidade feminina, existem poucos estudos investigando as velocidades de nado correspondentes ao limiar anaeróbio, e os valores reportados em atletas jovens durante uma temporada são de $1,04$ até $1,10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (BRISOLA et al., 2020).

Em relação aos parâmetros relacionados a aptidão anaeróbia em atletas de polo aquático, poucas informações também são encontradas na literatura, principalmente em relação a modalidade feminina. No entanto, alguns inícios apontam que as $[La^-]$ máximas produzidas por atletas de elite são maiores do que atletas de níveis inferiores. Nesse sentido, Varamenti e Platanou (2008) mostraram que atletas de elite de categoria adulta da modalidade feminina apresentam valores de $[La^-]$ pico significativamente maiores do que atletas da categoria júnior após a realização de 4 esforços *all-out* de 50 m ($8,4 \pm 0,7$ e $6,5 \pm 1,8$ mmol·L⁻¹, respectivamente). Assim, indicando que a produção de energia por vias não oxidativas podem também grande relevância para o polo aquático.

Desse modo, torna-se evidente que os atletas de polo aquático necessitam ter excelente aptidão aeróbia e anaeróbia para obter sucesso no jogo a até mesmo suportar as cargas de treinamento.

2.3.4. Características da rotina de treinamento no polo aquático

De modo geral, atletas de polo aquático de elite realizam até nove sessões de 120 minutos de treinamento realizado em água por semana (LUPO et al., 2014). Além disso, esses atletas ainda podem realizar de modo adicional sessões de treinamento de força realizadas em terra, que pode variar de 2 a 5 sessões por semana (LUPO et al., 2014). Já os atletas da categoria júnior realizam habitualmente um volume de treinamento menor, que pode chegar até seis sessões semanais de treinamento realizado em água de aproximadamente 120 minutos e mais 2 até 5 sessões adicionais semanais de treinamento em terra (LUPO et al., 2009, BRISOLA et al., 2020).

O objetivo dos treinamentos muitas vezes é melhorar alguns parâmetros de aptidão físicas relevantes para a modalidade, incluindo potência anaeróbia, aptidão aeróbia, força muscular e habilidades específicas de polo (SPITTLER; KEELING, 2016). Desse modo, é imprescindível que as rotinas de treinamento do polo aquático sejam bem estruturadas. Entretanto poucas informações a respeito da rotina de treinamento são encontradas na literatura sobre o polo aquático.

Alguns estudos foram realizados na perspectiva de propor métodos de treinamento efetivos para o desenvolvimento de algumas capacidades físicas ou habilidade motoras específicas, como limiar anaeróbio (BOTONIS; TOUBEKIS; PLATANOU, 2015; D'ERCOLE et al., 2012), *performance* de pernada alternada (MELCHIORRI et al., 2015) e arremesso da bola (MARQUES et al., 2012), mas poucos estudos investigaram de modo longitudinal a característica e as cargas de treinamento que compõem a rotina de treinamento de atletas de polo

aquático. Em dos poucos estudos nessa perspectiva, Brisola et al. (2020) descreveram e quantificaram as cargas internas de treinamento durante os diferentes ciclos de uma temporada de uma equipe feminina de jovens atletas de polo aquático e, mostraram que as atletas realizavam habitualmente 2 sessões de treinamento diário, sendo a primeira sessão destinada para treinamento em terra e a segunda sessão para o treinamento em água. Essas sessões resultaram em cargas de treinamento semanais médias de 2377 u.a. no período preparatório geral, 2903 u.a. no período preparatório específico e 2667 u.a. no período competitivo.

O monitoramento de cargas de treinamento é considerado um fator importante para minimizar a ocorrência de lesão, incidência de sintomas de ITRS e ocorrência dos estados de fadiga crônica (WILLIAMS et al., 2017). Ainda, o monitoramento das cargas de treinamento permite a manipulação das mesmas durante a temporada, a qual pode ser fundamental para promover as adaptações positivas na *performance* (MILOSKI et al., 2016). Nessa perspectiva, algumas estratégias relacionadas a manipulação das cargas de treinamento, como por exemplo, períodos de intensificação das cargas de treinamento e subsequente período de *tapering*, parece ser efetiva para melhorar a *performance* no polo aquático. Em recente estudo, Botonis et al (2019) investigaram a eficácia do período de intensificação das cargas de treinamento e subsequente período de *tapering* e encontraram melhora de $0,8 \pm 0,6$ e $2,1 \pm 2,2$ % nos testes de 400 e 20 m de nado, respectivamente. Ainda, visto que as competições dessa modalidade em sua maioria são na característica de *play-offs* (FEDERATION INTERNATIONAL NATATION ASSOCIATION, 2015), a realização da estratégia de períodos de intensificação de carga com subsequente período de *tapering* pode promover picos de *performance* em momentos de maior importância durante a temporada.

No entanto, é importante ressaltar que a realização dessa estratégia de treinamento pode induzir os atletas ao acometimento do estado de OR-F, o que vem sendo demonstrado como um possível fator limitante das melhorias de *performance* após o período de *tapering* em atletas *de endurance*. Desse modo, novas investigações devem ser realizadas em atletas de polo aquático para verificar se o estado de OR-F poderia comprometer as melhorias que são adquiridas com a estratégia de intensificação das cargas de treinamento e subsequente período de *tapering*.

3. OBJETIVOS

O objetivo principal da presente tese foi verificar se o acometimento do estado de OR-F previamente ao período de *tapering* pode limitar as melhorias de *performance* no polo aquático. Para responder o objetivo principal, dois estudos foram realizados, sendo o estudo 1 com o objetivo geral de verificar os efeitos sazonais das cargas de treinamento do polo aquático sobre parâmetros de *performance* e fisiológicos e, fornecer referências em relação as cargas treinamento a serem impostas para o estudo 2. O estudo 2 contemplou o objetivo principal da tese.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.1.1. ESTUDO 1

3.1.1.1. Comparar as cargas de treinamento durante os diferentes períodos de uma temporada do polo aquático (período básico, período específico e período competitivo).

3.1.1.2. Investigar as respostas de *performance* física, do sistema nervoso autônomo, de variáveis hormonais e imunológicas, de estados de humor e de sintomas de infecção do trato respiratório superior, assim como, a incidência de *overreaching* ao final de diferentes períodos de uma temporada do polo aquático.

3.1.1.3. Investigar as associações entre as cargas de treinamento acumuladas em cada um dos períodos de treinamento e as variáveis de *performance* física, do sistema nervoso autônomo, variáveis hormonais e imunológicas e, de sintomas de infecção do trato respiratório superior, avaliadas ao final dos diferentes períodos de uma temporada no polo aquático.

3.2.1. ESTUDO 2

3.2.1.1. Verificar os efeitos do estado de OR-F sobre a *performance* física após o período de *tapering* em atletas de polo aquático.

3.2.1.2. Verificar os efeitos do acometimento do estado de OR-F sobre as variáveis hormonais e imunológicas após o período de *tapering* em atletas de polo aquático.

2.2.1.3. Verificar os efeitos do acometimento do estado de OR-F sobre parâmetros do sistema nervoso autônomo após o período de *tapering* em atletas de polo aquático.

4. HIPÓTESE

A hipótese da presente tese é de que o estado de OR-F limita o processo de supercompensação após o período de *tapering* e, que as atletas que forem diagnosticadas com OR-F apresentam alterações fisiológicas que expliquem a redução temporária na *performance*. Por outro lado, as atletas que realizarem o período de intensificação das cargas sem OR-F (fadiga aguda), apresentarão maiores melhorias de *performance* em comparação ao grupo OR-F e ao grupo que não realizou o período de intensificação das cargas (controle).

5. METODOLOGIA

5.1. ESTUDO 1

5.1.1. Sujeitos

Foram participantes do Estudo 1 uma equipe feminina de polo aquático, composta por vinte atletas jovens (média \pm DP; idade = 16 ± 1 anos, massa corporal = $63,7 \pm 10,9$ kg e altura = $163,4 \pm 6,7$ cm) com no mínimo 2 anos de experiência competitiva no esporte. As atletas tiveram $87 \pm 11\%$ de presença nas sessões de treinamento durante o período do estudo.

Os procedimentos experimentais do presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado de São Paulo e foram realizados em conformidade com a Declaração de Helsinque. Antes do início do estudo, todos os participantes foram informados verbalmente sobre o protocolo do estudo, riscos e benefícios dos procedimentos e todos os participantes e / ou seus responsáveis (quando menores de 18 anos) assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (120126/2017).

5.1.2. Desenho Experimental

O estudo 1 foi conduzido de modo prospectivo e teve a duração total de 20 semanas. As atletas foram submetidas às avaliações de *performance* física (teste de lactato mínimo em nado estilo crawl e teste de habilidade de *sprints* repetidos), de parâmetros do sistema nervoso autônomo (VFC), de variáveis hormonais (cortisol e testosterona), de variáveis imunológicas (glutamina e imunoglobulina A), de variáveis de dano muscular (creatina quinase e lactato desidrogenase), de estado de humor e de sintomas de infecção do trato respiratório superior (ITRS) na linha de base e ao final de cada um dos ciclos de um macrociclo no polo aquático (20 semanas). Portanto, foram realizadas todas essas avaliações na primeira semana de treinamento da temporada (linha de base), no final do ciclo preparatório básico (última semana), no final do ciclo preparatório específico (última semana) e no meio do ciclo competitivo (uma semana após o primeiro torneio nacional). A duração dos ciclos foi determinada pela comissão técnica que se baseou nas principais competições a serem disputadas (campeonato Paulista e campeonato Brasileiro).

Todas as avaliações foram realizadas em 5 dias (5 últimos dias de cada ciclo), sendo o primeiro dia destinado ao preenchimento dos questionários de estados de humor e de ITRS e, para as coletas de sangue e saliva, na respectiva sequência. Os testes de *performance* foram realizados em dois dias consecutivos (2º e 3º dia de avaliação), sendo o teste de lactato mínimo

em nado estilo crawl realizado no 2º dia e o teste de habilidade de *sprints* repetidos no 3º dia. As avaliações foram realizadas no mesmo horário, com início às 13 horas e 30 minutos.

As cargas de treinamento foram monitoradas em todas as sessões durante a temporada através do método que utiliza a percepção subjetiva de esforço da sessão (ver sessão 5.1.4).

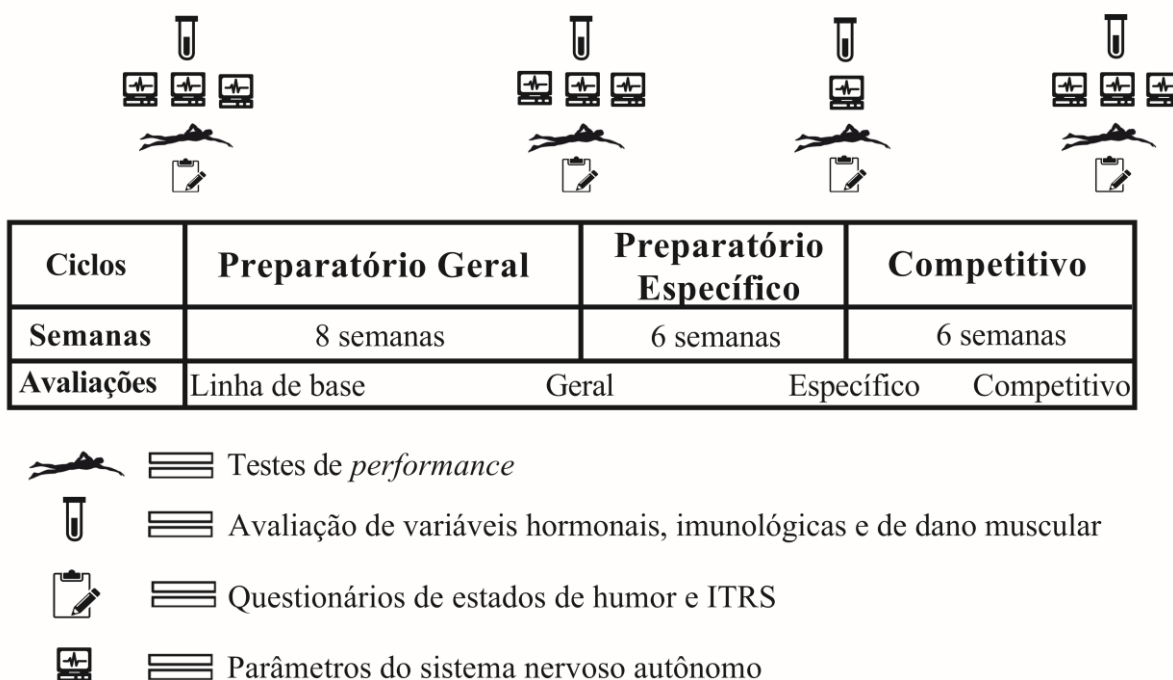


Figura 1 – Desenho experimental do Estudo 1.

5.1.3. Descrição do treinamento

Todo o planejamento e rotina de treinamento durante a temporada foram realizados pela equipe técnica, incluindo frequência e as cargas. O programa de treinamento apresentou os seguintes ciclos: 8 semanas para o ciclo preparatório geral; 6 semanas para o ciclo específico preparatório e 6 semanas do ciclo competitivo.

A equipe realizava aproximadamente 6 dias de treinamento por semana, com duas sessões diárias. A primeira sessão do dia era designada para o treinamento em terra, enquanto o treinamento em água era realizado na segunda sessão do dia, o qual incluiu treinamentos de natação e exercícios específicos de polo aquático. A distribuição dos diferentes tipos de treinamento, a composição do treinamento em terra e do treinamento de natação realizados em cada ciclo da temporada são apresentados na Figura 2. As zonas de intensidade do treinamento de natação foram determinadas de maneira subjetiva, seguindo as classificações propostas por

Maglischo (2003): zona abaixo do limiar anaeróbio (End-1), no limiar anaeróbio (End-2) e supra limiar anaeróbio (End-3) e esforço em intensidade máxima.

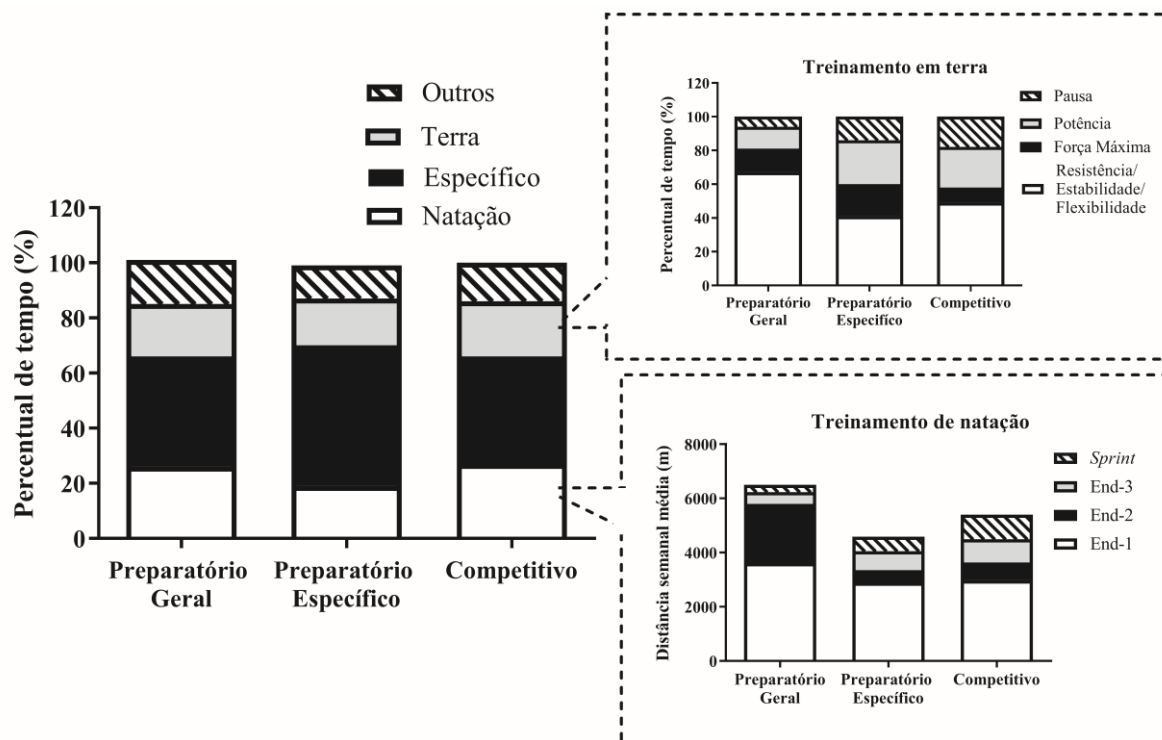


Figura 2 - Distribuição do tipo de treinamento, composição do treinamento em terra e a distância média semanal percorrida em nado em cada um dos ciclos da temporada. End-1 = zona abaixo do limiar anaeróbio; End-2 = no limiar anaeróbio; End-3 = supra limiar anaeróbio; *sprint* = esforço em intensidade máxima.

5.1.4. Monitoramento das cargas de treinamento

Para a quantificação da carga de treinamento, foi utilizado o método proposto por Foster (1998), o qual sugere a multiplicação da percepção subjetiva de esforço da sessão pela duração total da sessão de treino (sPSE), sendo os resultados expressos em unidades arbitrárias (u.a.). Para a determinação da sPSE da sessão, foi utilizada a escala CR100 proposta por Borg e Borg (2002), a qual é válida para quantificação de carga de treinamento e pode ser mais precisa para estimar a intensidade do exercício (FANCHINI et al., 2016). O valor de PSE foi posteriormente transformado em decimais (por exemplo, 75 tornou-se 7,5).

A escala foi apresentada às atletas 30 minutos após o final de cada sessão de treinamento. Também foram calculados a monotonia (carga média da semana dividida pelo seu desvio padrão) e o *strain* (calculado por meio da multiplicação monotonia pelo somatório das

cargas de treinamento acumuladas na semana) do treinamento de cada uma das semanas do presente estudo. Ainda, foram consideradas a carga total de treinamento acumulada em cada um dos ciclos da temporada competitiva (somatória das cargas diárias), assim como, foram calculados os valores de média semanal de cargas de treinamento, monotonia e *strain* para os diferentes ciclos da temporada.

5.1.5. Testes de *performance*

Os testes *performance* foram realizados em uma piscina de 50 metros e com temperatura controlada (29.5 ± 1.3 °C). Ainda, previamente ao início dos testes, os participantes realizaram um aquecimento de rotina dos atletas com intensidade moderada e duração de ~10 minutos.

Ao final de todos os testes de *performance* foram realizadas coletas de sangue do lóbulo da orelha (25 µL) nos minutos 5 e 7 para análise da concentração pico de lactato ($[La^-]_{\text{pico}}$) do esforço. As amostras foram coletadas em tubos capilar heparinizados e armazenado em microtubos com 50 µL de fluoreto de sódio a 1% em temperatura -20°C antes de serem analisados. As análises de lactato foram realizadas em analisador bioquímico YSI 2900 (YSI, Yellow Spring Instruments, Ohio, EUA).

5.1.5.1. Teste de lactato mínimo em nado estilo crawl

O protocolo de lactato mínimo foi realizado em nado estilo crawl (KALVA-FILHO et al., 2015) e composto por duas fases: (a) um esforço de alta intensidade para induzir hiperlactacidemia seguido por um período de recuperação passiva de 8 minutos e (b) um teste incremental com coletas de sangue para a determinação da $[La^-]$.

A hiperlactacidemia foi induzida por um esforço máximo de 200 m em nado estilo crawl. Após 8 minutos de recuperação passiva (coletas de sangue para a determinação das $[La^-]_{\text{pico}}$ foram realizadas no quinto e sétimo minuto), as atletas realizaram um teste incremental composto por 5 estágios com distância de 200 m. A intensidade do primeiro estágio da fase incremental foi correspondente a 80% da velocidade média obtida durante o esforço máximo de 200 m, enquanto que o incremento dos demais estágios foram correspondentes a aproximadamente 5% da velocidade média obtida durante o esforço máximo de 200m (isto é, 85%, 90%, 95% e 100%). O controle das intensidades foi realizado por um avaliador fora da piscina que fornecia um feedback de ritmo de nado para os atletas a cada 25 m. Os tempos dos estágios foram registradas através de um cronômetro manual (AKSO JS-7062, AKSO®, RS, Brasil). A velocidade de lactato mínimo (VLM) foi determinada por uma função polinomial de

segunda ordem ajustando as $[La^-]$ à velocidade. Barbieri et al. (BARBIERI et al., 2017) mostraram que o CV entre teste e reteste da VLM é de 4,1%.

5.1.5.2. Teste de habilidade de *sprints* repetidos

O teste de habilidade de *sprints* repetidos (RSA) foi realizado conforme a descrição de Tan et al. (2010), que propõe um teste de RSA baseado nas ocorrências de *sprints* repetidos durante uma partida de polo aquático feminino com um CV de 1,2%. No entanto, no presente estudo, o protocolo foi composto por quatro séries de RSA, espaçadas por um intervalo passivo de 4 minutos.

Cada série de RSA foi composto por seis *sprints* de 10 m com intervalo de 17 s entre cada *sprint* (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2010). Durante os períodos de recuperação entre os *sprints* (isso é, durante os 17s) não foi permitido aos participantes tocar o fundo da piscina com os pés para o descanso. A demarcação da distância de 10 m foi realizada por cones na borda da piscina, delimitando os pontos de início e final do esforço. Os esforços foram filmados por uma câmera digital (GoPro Hero 3+ Black, San Mateo, CA, EUA) posicionada a 3,20 m perpendicularmente a área de teste, para posterior análise do tempo dos *sprints* através do software Kinovea (Kinovea 0.8.15 para Windows; disponível em <http://www.kinovea.org/>) (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ et al., 2014). O tempo de cada *sprint* foi utilizado para determinação do melhor tempo, tempo médio (média de tempo das quatro séries) e tempo total (somatória do tempo das quatro séries).

5.1.6. Coleta, preparação e armazenamento

O sangue venoso foi coletado em repouso (sentado, sem nenhum esforço prévio no mesmo dia) através da punção da veia antecubital (aproximadamente 8 mL) para analisar as concentrações hormonais como testosterona total e cortisol, marcadores de danos musculares como CK e lactato desidrogenase (LDH) e concentração plasmática de glutamina. Após a coleta, as amostras de sangue foram imediatamente depositadas em tubos contendo EDTA (Vacutainer, Inglaterra) e imediatamente centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos a 4 °C em uma centrífuga refrigerada (5430R, Eppendorf, AG, Hamburgo, Alemanha) para separação do plasma. Em seguida, o conteúdo plasmático foi dividido em alíquotas em microtubos de 2,0 mL e armazenado a -80 °C para análise posterior. As amostras de saliva também foram coletadas em repouso e imediatamente centrifugadas a 3000 rpm por 15 min a 4 °C. Assim, o sobrenadante foi armazenado a -80 °C para posterior análise das concentrações de imunoglobulina A salivar (SIgA).

5.1.6.1. Análises das concentrações hormonais plasmáticas

As análises de testosterona total e cortisol foram realizadas por ensaio imunoabsorvente enzimático (ELISA), utilizando kits comerciais específicos (Monobind Inc., Lake Forest, CA, EUA, Testosterona 3725-300, Cortisol 3625-300), seguindo os padrões do fabricante. As leituras das amostras foram realizadas em um espectrofotômetro (SpectraMax 384) usando um filtro especificado para cada análise. Todas as análises foram realizadas em duplicata. O CV encontrado para a curva de calibração, calculado em leitura dupla da mesma amostra, foi de 2,5% e 3,1% para testosterona total e cortisol, respectivamente.

5.2.6.2. Análises das concentrações de marcadores de dano muscular plasmático

As concentrações plasmáticas de CK e LDH foram analisadas como marcadores de dano muscular. As concentrações de CK e LDH foram determinadas através de kits específicos (BioSystem, Barcelona, Espanha; CK 13869 e LDH 09998) e seguindo as instruções do fabricante. Além disso, as amostras foram analisadas no analisador de acesso aleatório (A-15, BioSystem, Barcelona, Espanha) usando um filtro específico para cada análise. O CV calculado em leitura dupla da mesma amostra para CK e LDH foi de 3,7% e 4,4%, respectivamente.

5.1.6.3. Análise das concentrações de glutamina plasmática

A concentração plasmática de glutamina é uma variável representativa do sistema imunológico. A concentração de glutamina foi analisada no analisador bioquímico (YSI 2900, YSI, Yellow Spring Instruments, Ohio, EUA) equipado com membranas específicas que permitem análises diretas da glutamina no sensor enzimático. O CV calculado em leitura dupla da mesma amostra para a concentração de glutamina foi de 3,6%.

5.1.6.4. Imunoglobulina A salivar

A concentração de SIgA é um marcador bioquímico que está relacionado com risco de ITRS (BISHOP, NICOLETTE, 2009). Para realizar as coletas de saliva, as atletas foram instruídas a evitar comer alimentos, café e álcool e escovar os dentes por pelo menos 2 horas antes de cada coleta (PAPACOSTA; NASSIS, 2011). Além disso, antes do início da coleta (10 minutos antes), as atletas deveriam lavar a boca duas vezes com 200 mL de água para remover qualquer resíduo de comida (PAPACOSTA; NASSIS, 2011). Além disso, as atletas deveriam descartar a primeira amostra de saliva (saliva acumulada na boca) antes de iniciar a coleta. Na sequência, elas deveriam salivar em tubos graduados estéreis de 5 mL (Citoplast, Yangcheng,

China) por um período de 5 minutos. As concentrações totais de SIgA foram determinadas através do analisador nefelométrico (BN II System, Siemens, Erlangen, Alemanha) usando reagentes específicos. A taxa de secreção de SIgA ($\text{mg}\cdot\text{min}^{-1}$) também foi calculada multiplicando a concentração absoluta de SIgA pela taxa de fluxo salivar ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$). A taxa de fluxo salivar foi determinada dividindo o volume de saliva coletada pela duração do período de coleta (5 minutos). O CV calculado em leitura dupla da mesma amostra da concentração de SIgA foi de 5,3%.

5.1.7. Atividade do sistema nervoso autônomo

A VFC em repouso foi utilizada no presente estudo para avaliar a atividade do SNA. Na tentativa de diminuir os efeitos da variação natural diária da VFC em repouso, a VFC foi avaliada três vezes durante as semanas de avaliação (LE MEUR et al., 2013b), exceto no ciclo preparatório específico, no qual foi realizado apenas uma avaliação devido a compromissos da equipe. Para avaliação da VFC, as atletas deveriam permanecer em repouso por 7 min (BOURDILLON et al., 2017) em um ambiente silencioso (temperatura de $26,3 \pm 2,8$ °C e umidade relativa do ar de $64,2 \pm 4,9\%$), com os olhos abertos e respirando espontaneamente, para registrar o intervalo RR através de um monitor portátil de frequência cardíaca (Team System, Polar, Kempele, Finlândia). Os primeiros 2 minutos foram utilizados como período de estabilização e apenas os 5 minutos restantes dos registros do intervalo RR foram utilizados para determinar as variáveis (BOURDILLON et al., 2017).

Os registros do intervalo RR foram transferidos para o software Kubios (Kubios HRV Analysis, versão 2.0 beta 1, Biomedical Signal Analysis University of Kuopio, Finlândia) para remoção de artefatos ectópicos e para a determinação dos parâmetros de VFC. A determinação dos parâmetros da VFC foi realizada pelos métodos lineares: no domínio do tempo e no domínio da frequência. As variáveis do domínio do tempo analisadas foram a diferença da raiz quadrada da média dos intervalos RR normais sucessivos (RMSSD) e desvio padrão dos intervalos NN (SDNN). No domínio da frequência, foram analisados os componentes de alta frequência (HF; 0,15 a 0,4 Hz) e baixa frequência (LF; 0,04 a 0,15. Hz), bem como a razão LF / HF. Todas as variáveis foram analisadas como log natural (Ln) para evitar *outliers*.

5.1.8. Avaliação dos estados de humor

Os estados de humor das atletas foram avaliados através do questionário *Profile of Mood States* (POMS) (MCNAIR; LORR; DROPPLEMAN, 1971). O POMS é composto por 65 questões e mensura seis fatores de humor: tensão, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão

mental. Ainda, foi avaliado o índice de energia que é representado pela diferença entre os escores de vigor e fadiga (KENTTÄ; HASSMÉN; RAGLIN, 2006). O POMS foi escolhido por ser uma ferramenta que pode contribuir para a detecção do estado de OR-F (AUBRY et al., 2015; DUPUY et al., 2014; RIETJENS et al., 2005).

5.1.9. Sintomas de infecção do trato respiratório superior

Para verificar a severidade de sintomas de infecção do trato respiratório superior (ITRS), as atletas deveriam responder o questionário *Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey-21* (WURSS-21) na versão traduzida para a língua portuguesa (MOREIRA; CAVAZZONI, 2009). A validade do WURSS-21 para avaliação de ITRS foi demonstrada por Barrett et al. (2009).

O questionário inclui 1 item de severidade global, 10 itens baseados em sintomas, 9 itens funcionais relacionados à qualidade de vida e 1 item de modificação geral. A severidade de cada sintoma relatado foi avaliada em uma escala do “tipo *Likert*” de 7 pontos: 1 (muito levemente), 3 (levemente), 5 (moderadamente) e 7 (severamente). Quando algum sintoma não estava presente, o respectivo item deveria ser preenchido como 0 (zero). Uma pontuação global (severidade) para os sintomas gerais foi calculada a partir da soma dos 10 itens baseados em sintomas e os 9 itens funcionais relacionados à qualidade de vida, como proposto por Barrett et al. (2009). Desse modo, foi considerada a severidade de ITRS ao final de cada um dos ciclos da temporada.

5.1.10. Diagnóstico de *overreaching*

O diagnóstico de OR foi baseado na diminuição da *performance* no teste RSA (tempo total de todos os testes) e no nível de fadiga indicado na escala POMS (AUBRY et al., 2014, 2015). Para serem diagnosticados com OR, as atletas deveriam apresentar uma diminuição no tempo total do teste de RSA ($\Delta\%$ do último ciclo relacionado) maior que a menor alteração que vale a pena (SWC = 1,7%) (AUBRY et al., 2014, 2015), a qual foi calculada em uma planilha personalizada (disponível em <https://sportsmedicine.sportsci.org/>) como $0,2 \times$ desvio padrão ajustado da linha de base e transformado em percentual (BUCHHEIT, 2014). Além disso, as atletas deveriam apresentar um escore *t* de fadiga > 50 u.a. O estado de OR não foi discriminado em OR-F e OR-NF no estudo 1 devido à ausência do ciclo de *tapering* para verificar se ocorreria a restauração da *performance*.

5.1.11. Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. A análise de variância de medida repetida *one way* (ANOVA) foi usada para comparar todas as variáveis de *performance* avaliadas ao final dos diferentes ciclos de treinamento e as variáveis de carga de treinamento (valores médios) de cada ciclo. A análise foi concluída com o teste *post hoc* de *Sidak*. Para variáveis não paramétricas, como a severidade de ITRS, o teste de *Friedman* foi utilizado para comparação entre os valores do final de cada ciclo. As correlações de *Spearman* foram utilizadas para verificar se as variáveis de carga de treinamento estavam relacionadas ao desempenho e às variáveis fisiológicas. Os coeficientes de correlação foram classificados como muito fraco (>0 a 0,2), fraco (>0,2 a 0,4), moderado (>0,4 a 0,7), forte (>0,7 a 0,9) e muito forte (>0,9 a 1,0) (ROWNTREE, 1981). Em todos os casos, o nível de significância estatística foi predeterminado como $p < 0,05$. Os dados foram analisados em pacote estatístico para o *software* de ciências sociais, versão 15.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago IL, EUA).

5.2. ESTUDO 2

5.2.1. Sujeitos

Foram participantes do estudo 2 vinte e duas atletas jovens de polo aquático da modalidade feminina (todas integrantes da mesma equipe), jogadoras de linha, com idade de 17 ± 1 anos, altura de $162,5 \pm 6,3$ cm, massa corporal de $59,89 \pm 8,98$ kg e com dois anos mínimos de experiência competitiva na modalidade. As atletas tiveram 94 ± 6 % de presença nas sessões de treinamento durante o período do estudo. O tamanho amostral de 22 atletas foi superior ao tamanho amostral estimado pelo software G*Power 3 (18 atletas) para obter um poder estatístico mínimo de 90%, com um valor de α de 0,05 no teste de Análise de Variância para Medidas Repetidas (comparação entre os percentuais de alterações), para três grupos, com duas comparações ao longo do tempo (deltas), calculado com base no tamanho do efeito (*effect size* = 0,85) do estudo de Aubry et al. (2014).

Os procedimentos experimentais do presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado de São Paulo e foram realizados em conformidade com a Declaração de Helsinque. Antes do início do estudo, todos os participantes foram informados verbalmente sobre o protocolo do estudo, riscos e benefícios dos procedimentos e todos os participantes e / ou seus responsáveis (quando menores de 18 anos) assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (120126/2017).

5.2.2. Desenho Experimental

O estudo 2 foi conduzido de modo paralelo e randômico e teve a duração total de aproximadamente 7 semanas, as quais foram divididas em ciclos de curta duração com alterações nas cargas de treinamento (Figura 3). O estudo teve início imediatamente após o período de férias da equipe, contemplando o ciclo preparatório básico da periodização. Inicialmente, as atletas foram submetidas às avaliações de *performance* (teste de lactato mínimo em nado estilo crawl e teste de RSA), bioquímicas (concentração hormonal, de marcadores de dano muscular e parâmetros imunológicos), de parâmetros do SNA (VFC), de estados de humor e de sintomas de ITRS. A ordem dos testes foi semelhante ao estudo 1, ou seja, no primeiro dia foram realizados as avaliações bioquímicas e o teste de RSA, enquanto o teste de lactato mínimo foi realizado no segundo dia. Após a realização da fase 1, as atletas foram novamente avaliadas e então divididas em dois grupos que treinaram com cargas distintas (grupo treinamento com intensificação das cargas [INT] e grupo controle) até o final do estudo, sendo que o grupo INT contou com 14 atletas e o grupo controle com 8 atletas. Essa diferença no número de atletas em cada grupo foi devido a possibilidade de o grupo INT ser subdividido ao final da fase 2. Ainda, a divisão dos grupos foi realizada de maneira randômica e estratificada, considerando como fatores de aleatorização a *performance* dos 200 m máximo encontrada no teste de lactato mínimo (esforço de indução a hiperlactacidemia), idade e posição de jogo. Durante a fase 2, o grupo INT treinou com cargas semanais médias ~80% maiores que a fase 1 (aumentos suficientes para induzir ao acometimento do estado de OR-F (AUBRY et al., 2014; MEUR et al., 2013)), principalmente devido a aumentos na intensidade dos treinamentos, enquanto que o grupo controle aumentou essas cargas em ~20%, que é um aumento habitual no segundo ciclo da temporada no polo aquático (BRISOLA et al. 2020). Ao final da fase 2, as participantes foram novamente reavaliadas e no grupo CA foi realizado o diagnóstico de OR-F, para subdivisão do grupo INT em OR-F (n= 6) e fadiga aguda (n=8) (ver sessão 5.2.10). Então, todos os grupos iniciaram o período de *tapering* (fase 3), no qual ocorreu uma redução nas cargas de treinamento de ~58% relativos a fase 2 (BOSQUET et al., 2007). Essa diminuição nas cargas de treinamento ocorreu principalmente em função do volume de treinamento que foi reduzido através de uma cinética exponencial de decaimento rápido (BOSQUET et al., 2007). A duração do período de *tapering* foi de 11 dias (BOSQUET et al., 2007) e, na sequência, as atletas foram novamente reavaliadas.

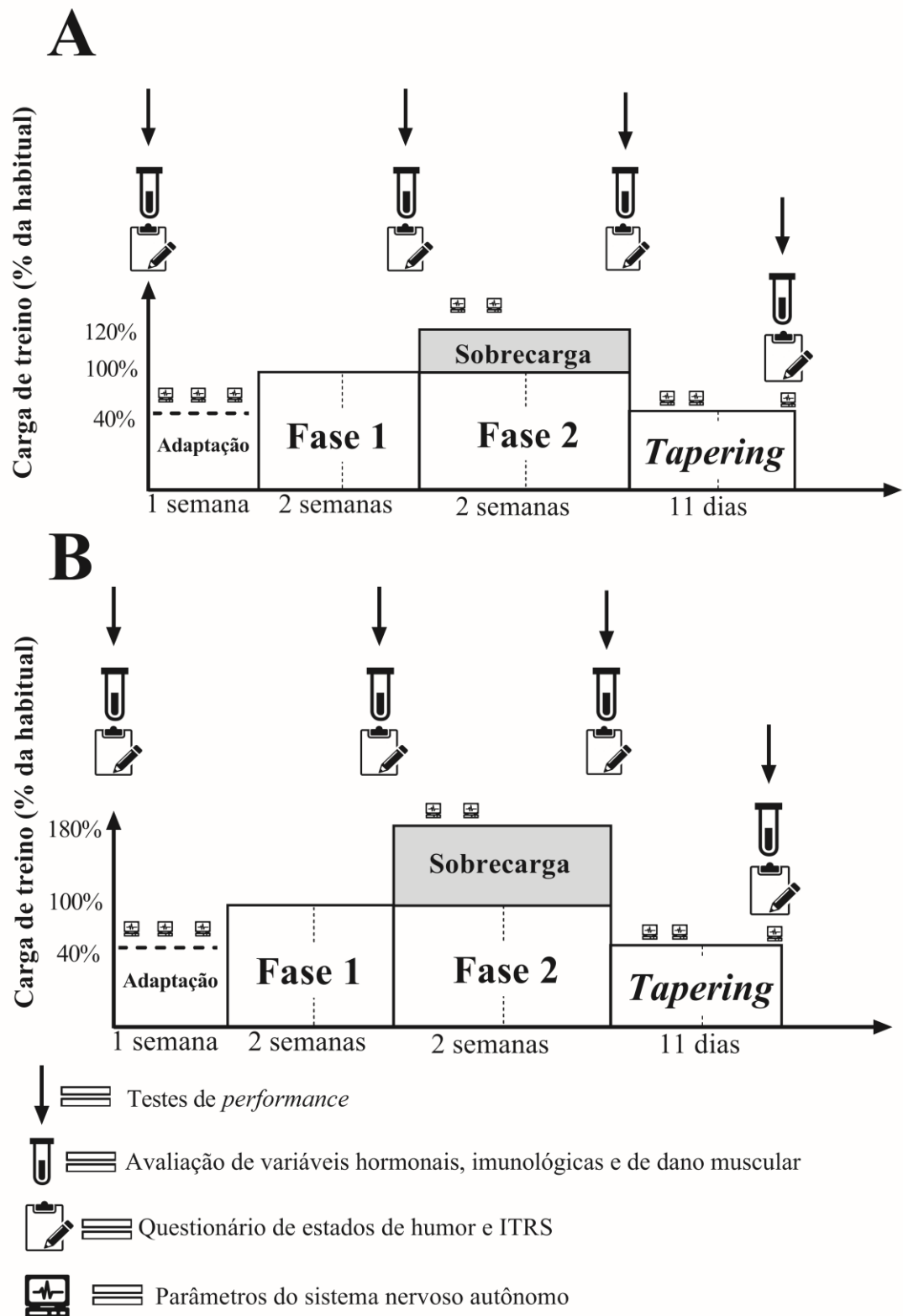


Figura 3- Desenho experimental do estudo 2. A = grupo controle; B= grupo intensificação das cargas de treinamento (INT).

5.2.3. Descrição do treinamento

O desenho experimental teve a duração total de 7 semanas e o programa de treinamento foi dividido em 4 fases semelhante ao estudo de Aubry et al. (2014): adaptação (1 semana), Fase 1 (2 semanas), Fase 2 (2 semanas) e *tapering* (11 dias). A descrição das distâncias percorrida em natação convencional e o número de séries de exercícios de alta intensidade realizado em pernada alternada (movimento específico para manutenção da posição vertical em água (PLATANOU, 2005)) realizada em cada uma das fases para o grupo controle e carga alta estão apresentados na tabela 1. As zonas de intensidade do treinamento de natação foram determinadas de maneira subjetiva, seguindo as classificações propostas por Maglischo (2003): zona abaixo do limiar anaeróbio (End-1), no limiar anaeróbio (End-2) e supra limiar anaeróbio (End-3) e esforço em intensidade máxima (*all-out*). As séries de pernada alternada em alta intensidade eram compostas por exercícios em intensidade máxima com ou sem resistência externa, como saltos verticais, disputas corporais, exercícios atados com elástico, exercício segurando sobrecarga nas mãos (3 a 5 kg).

A equipe realizou seis sessões de treinamento em meio líquido por semana (1 sessão por dia) e mais de 2 a 4 sessões semanais de treinamento resistido durante o período do estudo. A fase de adaptação foi necessária devido ao fato de as atletas estarem retornando de um período de inatividade e, essa fase, teve como objetivo principal o desenvolvimento da capacidade aeróbia (com o treinamento em meio líquido) e da resistência muscular (com o treinamento resistido), utilizando baixas cargas de treinamento para essas finalidades. A Fase 1 teve o mesmo propósito da fase de adaptação, mas contemplou volumes e intensidades superiores a fase anterior. Durante a Fase 2, os dois grupos foram divididos (controle e INT), sendo que o grupo controle seguiu as cargas e objetivos (potência aeróbia em meio líquido e potência muscular no treinamento resistido) previamente planejados pela comissão técnica para serem realizados nesse período, enquanto que o grupo INT teve um acréscimo principalmente nas distâncias percorridas em intensidade END-3 e máxima e no número de séries de pernada alternada realizadas em alta intensidade. O período de *tapering* seguiu as diretrizes propostas por Bosquet et al. (2007) para garantir a efetividade do mesmo, isso é, esse período contemplou a redução do volume de treinamento (duração) com uma cinética exponencial de decaimento rápido (BOSQUET et al., 2007) com manutenção da intensidade de treinamento. A duração do treinamento foi reduzida diariamente, iniciando o período *tapering* com 93% do volume de treinamento da Fase 2 e terminando com 43% do volume da Fase 2.

Tabela 1 – Distância percorrida em natação convencional e número de séries de alta intensidade de pernada alternada realizada em cada uma das fases para o grupo controle e INT.

			Adaptação (1 semana)	Fase 1 (2 semanas)	Fase 2 (2 semanas)	Tapering (11 dias)
Controle	Distância semanal total (m)		7720	18885	13945	5980
	End-1 (m)		6800	13235	8175	3600
	End-2 (m)		200	4800	1600	700
	End-3 (m)		600	800	2975	600
	Máxima (m)		120	50	1195	1080
	Pernada alternada de alta intensidade (n° de séries)		0	52	54	42
INT	Distância semanal total (m·sem⁻¹)		9640	18885	14185	6348
	End-1 (m)		7400	13235	7250	3550
	End-2 (m)		200	4800	750	600
	End-3 (m)		600	800	3775	900
	Máxima (m)		120	50	2410	1298
	Pernada alternada de alta intensidade (n° de séries·sem⁻¹)		0	52	120	63

CA = grupo carga alta; End-1 = zona abaixo do limiar anaeróbio; End-2 = no limiar anaeróbio; End-3 = supra limiar anaeróbio; máxima = esforço em intensidade máxima (*all-out*).

5.2.4. Monitoramento das cargas de treinamento

Para a quantificação da carga de treinamento, foi utilizado o método proposto por Foster (1998), o qual sugere a multiplicação da PSE da sessão pela duração total da sessão de treino (sPSE), sendo os resultados expressos em u.a.. Para a determinação da sPSE, foi utilizada a escala CR100 proposta por Borg e Borg (2002), a qual é válida para quantificação de carga de treinamento e pode ser mais precisa para estimar a intensidade do exercício (FANCHINI et al., 2016). O valor de PSE foi posteriormente transformado em decimais (por exemplo, 75 tornou-se 7,5).

A escala foi apresentada às atletas 30 minutos após o final de cada sessão de treinamento, inclusive após os treinamentos resistidos, o que permitiu calcular a carga total de treinamento diário. Também foram calculados a monotonia (carga média da semana dividida pelo seu desvio padrão) e o *strain* (calculado por meio da multiplicação monotonia pelo somatório das cargas de treinamento acumuladas na semana) do treinamento de cada uma das semanas do presente estudo. Ainda, foram consideradas a carga total de treinamento acumulada em cada um dos períodos da temporada competitiva (somatória das cargas diárias), assim como, foram calculados os valores de média semanal de cargas de treinamento, monotonia e *strain* para os diferentes períodos da temporada.

Além do método de sPSE, durante uma sessão de treinamento em meio líquido da Fase 2 (sobrecarga) e uma sessão do período de *tapering*, foram realizadas coletas de sangue do lóbulo da orelha (25 μ L) de algumas atletas de ambos os grupos (controle e carga alta) imediatamente ao final da série de natação para a análise da $[La^-]$ (método descrito na sessão 5.2.5). Os valores foram analisados de maneira absoluta e em percentual da $[La^-]_{m\acute{a}x}$ encontrada no teste de lactato mínimo em nado estilo crawl mais recente.

5.2.5. Testes de *performance*

Os testes *performance* foram realizados em uma piscina de 50 metros e com temperatura controlada ($28,8 \pm 1,5$ °C). Ainda, previamente ao início dos testes, os participantes realizaram um aquecimento de rotina dos atletas com intensidade moderada e duração de ~10 minutos.

Ao final de todos os testes de *performance* foram realizadas coletas de sangue do lóbulo da orelha (25 μ L) nos minutos 5 e 7 para análise da $[La^-]_{pico}$ do esforço. As amostras foram coletadas em tubos capilar heparinizados e armazenado em microtubos com 50 μ L de fluoreto de sódio a 1% em temperatura -20°C antes de serem analisados. As análises de $[La^-]$ foram realizadas em um analisador bioquímico YSI 2900 (YSI, Yellow Spring Instruments, Ohio, EUA).

5.2.5.1. Teste de lactato mínimo em nado estilo crawl

O protocolo de lactato mínimo foi realizado em nado estilo crawl (KALVA-FILHO et al., 2015) e composto por duas fases: (a) um esforço de alta intensidade para induzir hiperlactacidemia seguido por um período de recuperação passiva de 8 minutos e (b) um teste incremental com coletas de sangue para a determinação da $[La^-]$.

A hiperlactacidemia foi induzida por um esforço máximo de 200 m em nado estilo crawl. Após 8 minutos de recuperação passiva (coletas de sangue para a determinação das $[La^-]$ pico foram realizadas no quinto e sétimo minuto), as atletas realizaram um teste incremental composto por 5 estágios com distância de 200 m. A intensidade do primeiro estágio da fase incremental foi correspondente a 80% da velocidade média obtida durante o esforço máximo de 200 m, enquanto que o incremento dos demais estágios foram correspondentes a aproximadamente 5% da velocidade média obtida durante o esforço máximo de 200 m (isto é, 85%, 90%, 95% e 100%). O controle das intensidades foi realizado por um avaliador fora da piscina que fornecia um *feedback* de ritmo de nado para os atletas a cada 25 m. Os tempos dos estágios foram registradas através de um cronômetro manual (AKSO JS-7062, AKSO®, RS, Brasil). A VLM foi determinada por uma função polinomial de segunda ordem ajustando as $[La^-]$ à velocidade. Barbieri et al. (BARBIERI et al., 2017) mostraram que o CV entre teste e reteste de VLM é de 4,1%.

5.2.5.2. Teste de habilidade de *sprints* repetidos

O teste de RSA foi realizado conforme a descrição de Tan et al. (2010), que propõe um teste de RSA baseado nas ocorrências de *sprints* repetidos durante uma partida de polo aquático feminino com um CV de 1,2%. No entanto, o protocolo foi composto por duas séries de RSA seguidas no estudo 2, espaçados por um intervalo passivo de 4 minutos.

Cada série do teste de RSA foi composto por seis *sprints* de 10 m com intervalo de 17 s entre cada *sprint* (TAN; POLGLAZE; DAWSON, 2010). Durante os períodos de recuperação entre os *sprints* (isso é, durante os 17 s) não foi permitido aos participantes tocar o fundo da piscina com os pés para o descanso. A demarcação da distância de 10 m foi realizada por cones na borda da piscina, delimitando os pontos de início e final do esforço. Os esforços foram filmados por uma câmera digital (GoPro Hero 3+ Black, San Mateo, CA, EUA) posicionada a 3,20 m perpendicularmente a área de teste, para posterior análise do tempo dos *sprints* através do software Kinovea (Kinovea 0.8.15 para Windows; disponível em <http://www.kinovea.org/>) (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ et al., 2014). O tempo de cada *sprint* foi utilizado para

determinação do melhor tempo, tempo médio (média de tempo das duas séries) e tempo total (somatória do tempo das duas séries).

5.2.6. Coleta, preparação e armazenamento

O sangue venoso foi coletado em repouso (sentado, sem nenhum esforço prévio no mesmo dia) através da punção da veia antecubital (aproximadamente 8 mL) para analisar as concentrações hormonais como testosterona total e cortisol, marcadores de danos musculares como CK e LDH e, concentração plasmática de glutamina. Após a coleta, as amostras de sangue foram imediatamente depositadas em tubos contendo EDTA (Vacutainer, Inglaterra) e em tubos contendo ativador de coagulo (Vacutainer, Inglaterra), para que fosse possível a separação do conteúdo plasmático e do soro, respectivamente. Ainda, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos a 4 °C em uma centrífuga refrigerada (5430R, Eppendorf, AG, Hamburgo, Alemanha). Em seguida, o conteúdo plasmático e de soro foram divididos em alíquotas em microtubos de 2,0 mL e armazenado a -80 °C para posterior análise. As amostras de saliva também foram coletadas em repouso e centrifugadas a 3000 rpm por 15 min a 4 °C. Então, o sobrenadante foi armazenado a -80 °C para posterior análise das concentrações de imunoglobulina A salivar (SIgA).

5.2.6.1. Análises das concentrações hormonais plasmáticas

As análises de testosterona total e cortisol foram realizadas por ensaio imunoabsorvente enzimático (ELISA), utilizando kits comerciais específicos (Monobind Inc., Lake Forest, CA, EUA, Testosterona 3725-300, Cortisol 3625-300), seguindo os padrões do fabricante. As leituras das amostras foram realizadas em um espectrofotômetro (SpectraMax 384) usando um filtro especificado para cada análise. O CV encontrado para a curva de calibração, calculado através de leitura dupla da mesma amostra, foi de 2,7% e 4,1% para testosterona total e cortisol, respectivamente.

5.2.6.2. Análises das concentrações de marcadores de dano muscular plasmático

As concentrações plasmáticas de CK e LDH foram analisadas como marcadores de dano muscular. As concentrações de CK foram determinadas utilizando o conteúdo plasmático e analisadas no analisador de acesso aleatório (A-15, BioSystem, Barcelona, Espanha) através de um kit específico (BioSystem, Barcelona, Espanha; CK 13869). As concentrações de LDH foram determinadas utilizando as amostras de soro e analisadas em espectrofotômetro (Epoch 2; BioTek Instruments, Winooski, VT, EUA) através do método cinético e utilizando um kit

específico (Labtest, Minas Gerais, Brasil). O CV calculado através de leitura dupla da mesma amostra para CK e LDH foi de 3,7% e 5,0%, respectivamente.

5.2.6.3. Análise das concentrações de glutamina plasmática

A concentração de glutamina foi analisada em duplicata no analisador bioquímico (YSI 2900, YSI, Yellow Spring Instruments, Ohio, EUA) equipado com membranas específicas que permitem análises diretas da glutamina no sensor enzimático. O CV calculado através de leitura dupla da mesma amostra para a concentração de glutamina foi de 3,8%.

5.2.6.4. Imunoglobulina A salivar

Para realizar as coletas de saliva, as atletas foram instruídas a evitar comer alimentos, café e álcool e escovar os dentes por pelo menos 2 horas antes de cada coleta (PAPACOSTA; NASSIS, 2011). Além disso, antes do início da coleta (10 minutos antes), as atletas deveriam lavar a boca duas vezes com 200 mL de água para remover qualquer resíduo de comida (PAPACOSTA; NASSIS, 2011). Além disso, as atletas deveriam descartar a primeira amostra de saliva (saliva acumulada na boca) antes de iniciar a coleta. Na sequência, elas deveriam salivar em tubos graduados estéreis de 5 mL (Citoplast, Yangcheng, China) por um período de 5 minutos. As concentrações totais de SIgA foram determinadas através do analisador nefelométrico (BN II System, Siemens, Erlangen, Alemanha) usando reagentes específicos. A taxa de secreção de SIgA ($\text{mg}\cdot\text{min}^{-1}$) também foi calculada multiplicando a concentração absoluta de SIgA pela taxa de fluxo salivar ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$). A taxa de fluxo salivar foi determinada dividindo o volume de saliva coletada pela duração do período de coleta (5 minutos). O CV calculado através de leitura dupla da mesma amostra da concentração de SIgA foi de 5,0%.

5.2.7. Atividade do sistema nervoso autônomo

A VFC em repouso foi utilizada no presente estudo para avaliar a atividade do SNA. Na tentativa de diminuir os efeitos da variação natural diária da VFC em repouso, a VFC foi avaliada três vezes durante as semanas de avaliação (LE MEUR et al., 2013b), exceto para o período final do *tapering*, no qual foi realizado apenas uma avaliação de VFC. Para avaliação da VFC, as atletas deveriam permanecer em repouso por 6 min (BOURDILLON et al., 2017) em um ambiente silencioso com temperatura de $24,4 \pm 2,5$ °C e umidade relativa do ar de $64,0 \pm 13,9\%$, com os olhos abertos e respirando espontaneamente para registrar o intervalo RR através de um monitor portátil de frequência cardíaca (V800, Polar, Kempele, Finlândia). O primeiro minuto foi utilizado como período de estabilização e apenas os 5 minutos restantes

foram utilizados para registros do intervalo RR e para a determinação das variáveis (BOURDILLON et al., 2017).

Os registros do intervalo RR foram transferidos para o software Kubios (Kubios HRV Analysis, versão 2.0 beta 1, Biomedical Signal Analysis University of Kuopio, Finlândia) para remoção de artefatos ectópicos e para a determinação dos parâmetros de VFC. A determinação dos parâmetros da VFC foi realizada pelo método linear no domínio do tempo. As variáveis do domínio do tempo analisadas foram a diferença da raiz quadrada da média dos intervalos RR normais sucessivos (RMSSD) e desvio padrão dos intervalos NN (SDNN). Todas as variáveis foram analisadas como log natural (Ln) para evitar *outliers*.

5.2.8. Avaliação dos estados de humor

Os estados de humor das atletas foram avaliados através do questionário *Profile of Mood States* (POMS) (MCNAIR; LORR; DROPPLEMAN, 1971). O POMS é composto por 65 questões e mensura seis fatores de humor: tensão, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão mental. Ainda, foi avaliado o índice de energia que é representado pela diferença entre os escores de vigor e fadiga (KENTTÄ; HASSMÉN; RAGLIN, 2006). O POMS foi escolhido por ser uma ferramenta que pode contribuir para a detecção do estado de OR-F (AUBRY et al., 2015; DUPUY et al., 2014; RIETJENS et al., 2005).

5.2.9. Sintomas de infecção do trato respiratório superior

Para verificar a severidade de ITRS, as atletas deveriam responder o questionário *Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey-21* (WURSS-21) na versão traduzida para a língua portuguesa (MOREIRA; CAVAZZONI, 2009). A validade do WURSS-21 para avaliação de ITRS foi demonstrada por Barrett et al. (2009).

O questionário inclui 1 item de severidade global, 10 itens baseados em sintomas, 9 itens funcionais relacionados à qualidade de vida e 1 item de modificação geral. A severidade de cada sintoma relatado foi avaliada em uma escala do “tipo *Likert*” de 7 pontos: 1 (muito levemente), 3 (levemente), 5 (moderadamente) e 7 (severamente). Quando algum sintoma não estava presente, o respectivo item deveria ser preenchido como 0 (zero). Uma pontuação global (severidade) para os sintomas gerais foi calculada a partir da soma dos 10 itens baseados em sintomas e os 9 itens funcionais relacionados à qualidade de vida, como proposto por Barrett et al. (2009). Desse modo, foi considerada a severidade de ITRS do final de cada uma das fases do estudo.

5.2.10. Diagnóstico de OR-F

O diagnóstico de OR-F foi baseado na diminuição da *performance* no teste RSA (tempo total) para o grupo INT. Para serem diagnosticados com OR-F, as atletas deveriam apresentar um aumento (piora) no tempo total ($\Delta\%$ em relação a fase 1) maior que a menor alteração que vale a pena (SWC = 0,8%) (AUBRY et al., 2014, 2015), a qual foi calculada em uma planilha personalizada (disponível em <https://sportsmedicine.sports-science.org/>) como $0,2 \times DP$ ajustado da linha de base e transformado em percentual (BUCHHEIT, 2014).

5.2.11. Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Para a comparação entre grupos e momentos, foi utilizado o teste ANOVA *two-way*. Além disso, para análise de variância, foi aplicado o teste de esfericidade de Mauchly e, em caso de violação da esfericidade, foi utilizada a correção Epsilon Greenhouse-Geisser. A análise foi concluída com o teste *post hoc* de Sidak. Para as variáveis não paramétricas, como a severidade de ITRS, o teste de *Kruskal Wallis* foi utilizado. As comparações das $[La^-]$ durante o treinamento entre grupo controle e CA foram realizadas utilizando o teste *t* para amostras não pareadas. Em todos os casos, o nível de significância estatística foi predeterminado como $p \leq 0,05$. Os dados foram analisados em pacote estatístico para o *software* de ciências sociais, versão 15.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago IL, EUA).

6. RESULTADOS

6.1. ESTUDO 1

6.1.1. Carga de treinamento

O comportamento das cargas de treinamento semanais, monotonia e *strain* durante o estudo 1 e os resultados de carga média semanal de treinamento, monotonia e *strain* para cada ciclo estão apresentados na Figura 4. Os maiores valores das cargas médias semanais de treinamento foram encontrados no ciclo competitivo ($p < 0,001$; *post hoc* $p = 0,002$ e $p < 0,001$ para o ciclo geral e específico, respectivamente), bem como, os valores de monotonia e *strain* também foram maiores no ciclo competitivo em comparação com os outros ($p < 0,001$ para ambas as variáveis, *post hoc* $p < 0,001$ para ambas as variáveis e para os ciclos). Além disso, a monotonia também foi maior no ciclo específico em relação ao ciclo geral (*post hoc* $p = 0,005$).

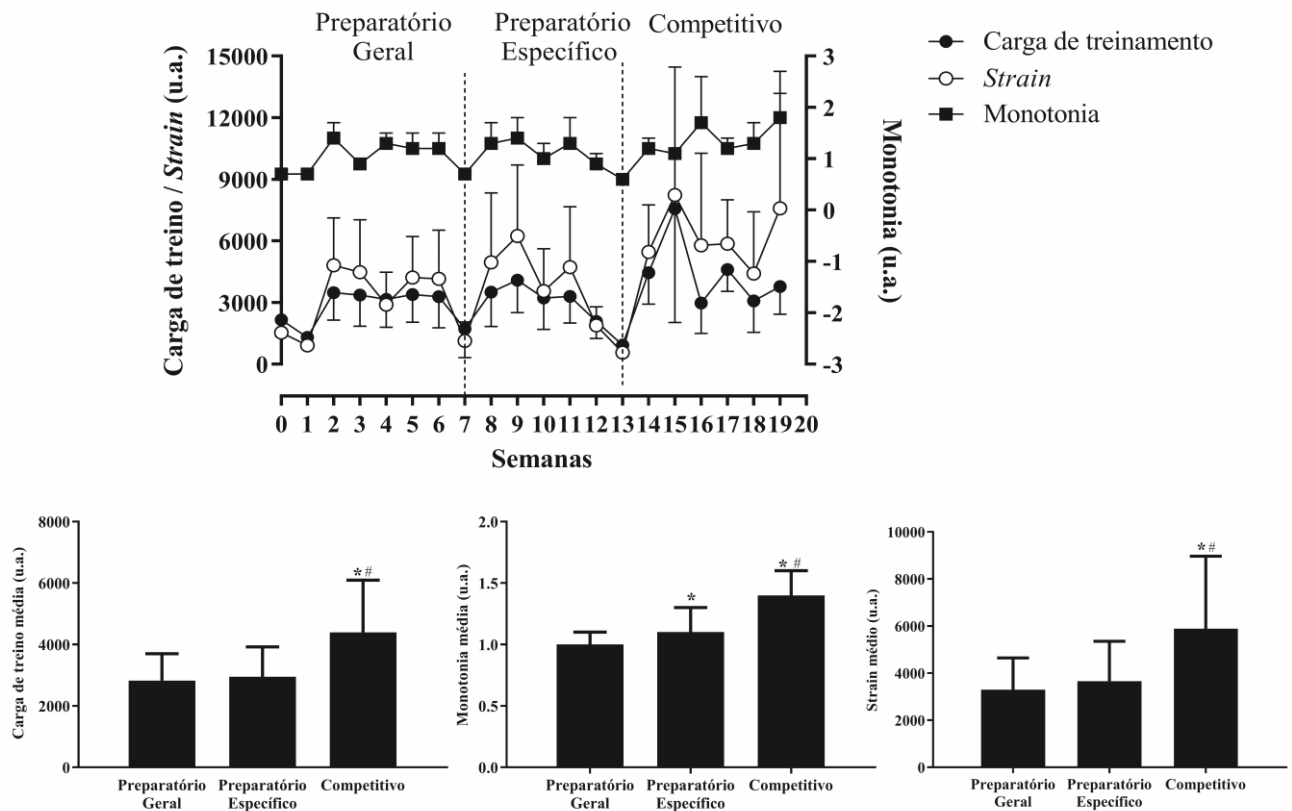


Figura 4 - Comportamento das cargas semanais de treinamento, monotonia e *strain* durante o período de estudo e a carga média semanal de treinamento, monotonia e *strain* para cada ciclo.

*Diferença significativa do ciclo preparatório geral ($p < 0,05$). #Diferença significativa do ciclo preparatório específico ($p < 0,05$).

6.1.2. Performance

Os resultados do teste de lactato mínimo em nado estilo crawl e RSA estão apresentados na Figuras 5 e 6, respectivamente.

A *performance* máxima de 200-m expresso em valores absolutos foi significativamente melhor nos ciclos geral e específico em comparação com a linha de base para os valores absolutos ($p < 0,001$; *post hoc* $p = 0,001$ e $p = 0,011$ para o ciclo geral e específico, respectivamente) e delta valores percentuais ($p < 0,001$; *post hoc* $p = 0,002$ e $p = 0,006$ para o ciclo geral e específico, respectivamente), enquanto os valores de pico $[La^-]$ de 200-m máximos foram $7,96 \pm 2,06 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para a linha de base, $7,85 \pm 2,06 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para geral, $7,63 \pm 2,02 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para específico e $6,92 \pm 1,91 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para ciclo competitivo, sem qualquer diferença estatística significativa.

A VLM em valores absolutos foi melhor apenas no ciclo geral em comparação com a linha de base ($p = 0,007$; *post hoc* $p = 0,015$), enquanto que para a delta percentual os ciclos geral e específico foram melhores do que a linha de base ($p < 0,001$; *post hoc* $p = 0,003$ e $p = 0,026$, para os ciclos geral e específico, respectivamente). Além disso, algumas diferenças significativas foram encontradas entre os ciclos para a $[La^-]$ de VLM. Os resultados para a linha de base e ciclo geral, específico e competitivo foram: $4,24 \pm 1,42 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, $3,56 \pm 1,29 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, $3,27 \pm 1,46 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e $2,56 \pm 0,85 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente e, foram encontradas reduções significativas nos ciclos competitivo e específico em relação a linha de base ($p < 0,001$; *post hoc* $p = 0,033$ e $p = 0,001$ para específico e competitivo, respectivamente). Além disso, no ciclo competitivo, as atletas apresentaram menores $[La^-]$ do VLM em relação ao ciclo geral (*post hoc* $p = 0,007$).

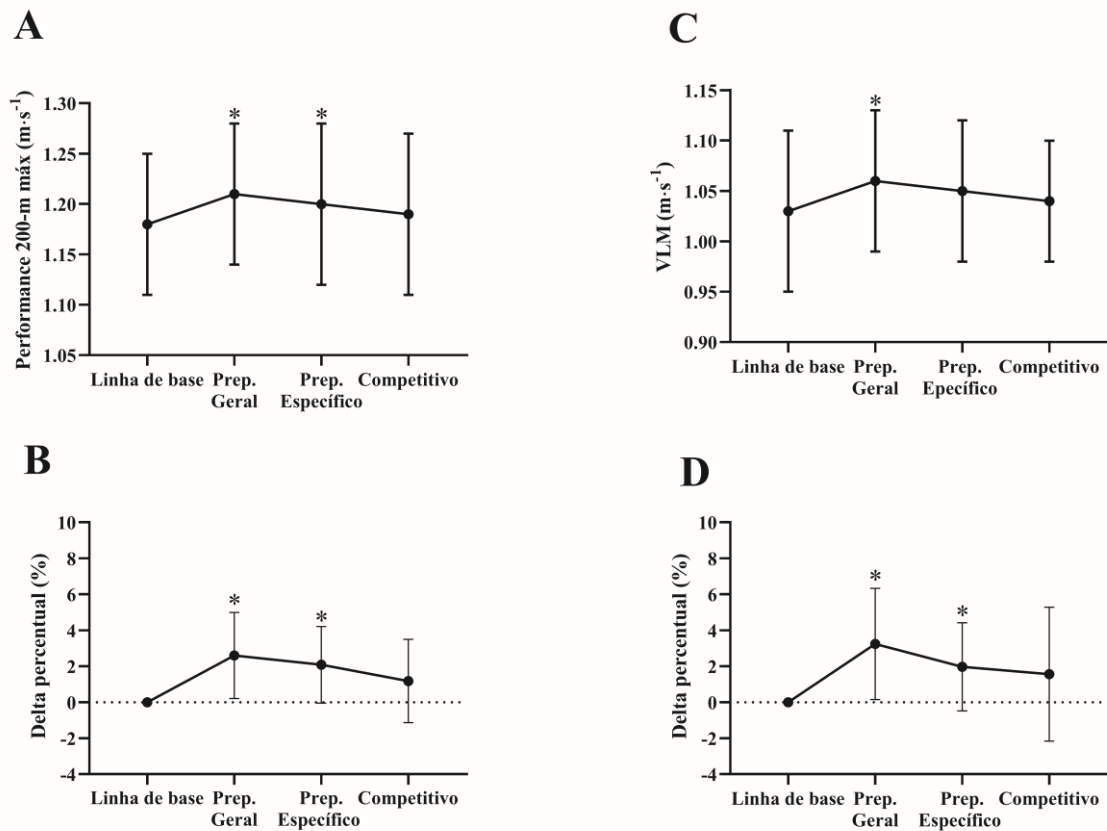


Figura 5 - Resultados absolutos e delta percentual do teste lactato mínimo avaliado ao final de cada ciclo da temporada. A = resultados absolutos da *performance* dos 200-m máximo; B= delta percentual da *performance* dos 200-m máximo; C= resultados absolutos da velocidade associada ao lactato mínimo; D= delta da velocidade associada ao lactato mínimo. *Diferença significativa do período de linha de base ($p < 0.05$). #Diferença significativa do ciclo preparatório geral ($p < 0.05$).

Para o teste de RSA, as variáveis de tempo médio e tempo total melhoraram em todos os ciclos em comparação com a linha de base em valores absolutos ($p < 0,001$, *post hoc* $p < 0,001$, $p < 0,001$ e $p = 0,001$, para os ciclos geral, específico e competitivo, respectivamente) e em delta percentual ($p < 0,001$, *post hoc* $p < 0,001$, $p < 0,001$ e $p = 0,001$, para ciclos geral, específico e competitivo, respectivamente). Além disso, o parâmetro de melhor tempo foi maior nos ciclos geral e específico em comparação com a linha de base em valores absolutos ($p < 0,001$, *post hoc* $p = 0,002$ e $p = 0,012$ para ciclos geral e específico, respectivamente) e em valores de delta percentual ($p < 0,001$, *post hoc* $p = 0,001$ e $p = 0,012$ para ciclos geral e específico, respectivamente). Além disso, o melhor parâmetro de tempo deteriorou-se no ciclo competitivo em relação ao ciclo geral em valores absolutos ($p = 0,008$) e em delta percentual ($p = 0,008$).

Os valores de $[La^-]_{\text{pico}}$ do teste RSA foram $4,64 \pm 2,09 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para linha de base, $3,39 \pm 2,14 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para geral, $3,53 \pm 2,22 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para específico e $2,71 \pm 1,71 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para o ciclo competitivo. A $[La^-]_{\text{pico}}$ diminuiu apenas no ciclo competitivo em comparação com a linha de base ($p = 0,004$, *post hoc* $p = 0,001$).

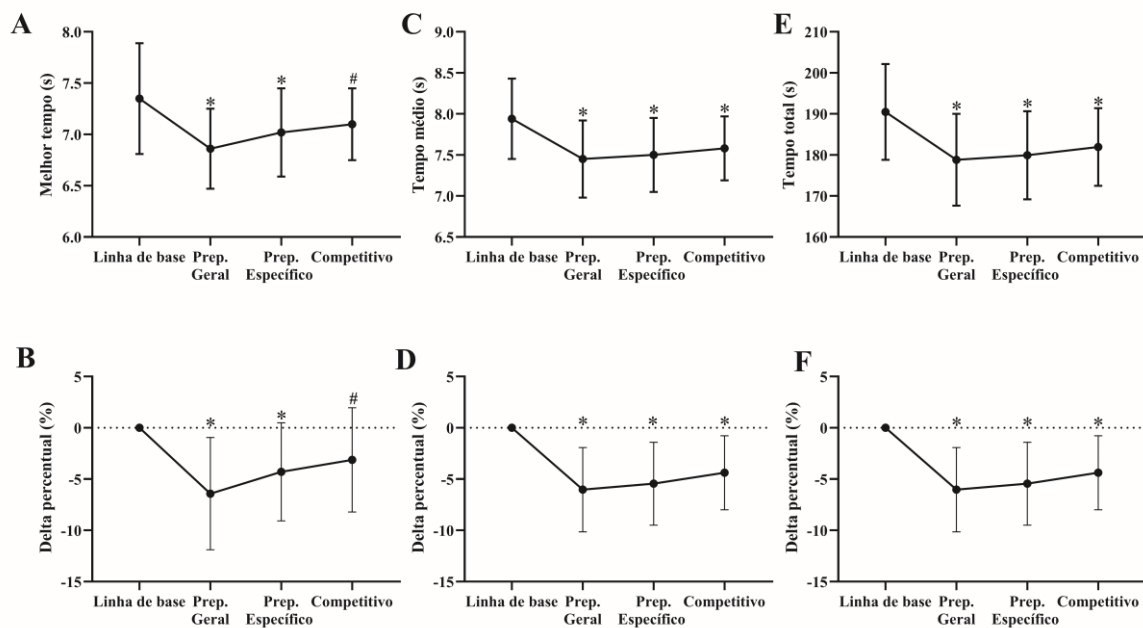


Figura 6 - Resultados absolutos e delta percentual do teste de RSA avaliado ao final de cada ciclo da temporada. A= resultados absolutos de melhor tempo; B= delta percentual de melhor tempo; C= resultados absolutos de tempo médio; D= delta de tempo médio; E= resultados absolutos de tempo total; F= delta de tempo total. *Diferença significativa do período de linha de base ($p < 0,05$). #Diferença significativa do ciclo preparatório geral ($p < 0,05$).

6.1.3. Variabilidade da frequência cardíaca

Os resultados da VFC estão apresentados na Tabela 2. A FC de repouso diminuiu nos ciclos específicos e competitivos em relação a linha de base ($p < 0,001$, *post hoc* $p = 0,029$, $p < 0,001$, para ciclo específico e competitivo, respectivamente), enquanto que a LnRMSSD aumentou em ciclos gerais e competitivos em relação a linha de base ($p = 0,031$, *post hoc* $p = 0,038$, $p < 0,001$, para os ciclos geral e competitivo, respectivamente).

6.1.4. Análises bioquímicas e ITRS

Os resultados das concentrações hormonais e marcadores de danos musculares plasmáticos analisados nos diferentes ciclos da temporada estão apresentados na Tabela 1 e não apresentaram diferença significativa.

Na Figura 6 estão apresentados os resultados dos marcadores imunológicos e a severidade de ITRS. A taxa de secreção de SIgA apresentou uma redução significativa no ciclo específico em relação aos valores basais e ao ciclo geral ($p=0,002$, *post hoc* $p=0,032$ e $p=0,009$, para o período de linha de base e ciclo geral, respectivamente). Os resultados da taxa de fluxo salivar foram de $0,90 \pm 0,39 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ para o período de linha de base, $0,87 \pm 0,29 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ para o ciclo geral, $0,74 \pm 0,34 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ para o ciclo específico e $0,74 \pm 0,23 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ para o ciclo competitivo e, a única diferença encontrada foi entre ciclo geral e ciclo competitivo ($p=0,025$, *post hoc* $p=0,029$). Nenhuma diferença significativa foi encontrada para a severidade de ITRS ao longo da temporada.

Tabela 2 – Resultados da análise de VFC, concentração plasmática hormonal e marcadores de dano muscular plasmáticos avaliados no final de cada ciclo da temporada.

	Ciclo			
	Linha de base	Preparatório geral	Preparatório específico	Competitivo
VFC				
FC (bpm)	83±11	79±9	78±11*	76±11*
LnSDNN	3,66±0,44	3,75±0,45	3,67±0,54	3,80±0,43
LnRMSSD	3,31±0,64	3,52±0,62*	3,47±0,74	3,62±0,59*
LnLF	6,75±0,80	6,94±0,74	6,78±1,02	6,96±0,73
LnHF	5,91±1,39	6,06±1,33	6,10±1,51	6,38±1,33
LnLF/HF	0,84±0,77	0,87±0,81	0,66±0,99	0,58±0,92
Concentração hormonal plasmática				
Testosterona (ng·mL⁻¹)	0,34±0,12	0,39±0,17	0,31±0,14	0,27±0,11
Cortisol (µg·dL⁻¹)	15,10±4,61	13,22±5,35	12,86±4,67	11,96±4,36
Razão T/C	0,024±0,016	0,035±0,016	0,026±0,019	0,026±0,012
Marcadores de dano muscular plasmático				
CK (U·L⁻¹)	193±144	186±167	127±48	144±69
LDH (U·L⁻¹)	482±116	424±61	404±62	462±92

Valores expressos como Média ± DP. CK = creatina quinase; LDH = lactato desidrogenase; LnRMSSD = log natural da diferença da raiz quadrada da média dos intervalos RR normais sucessivos; LnSDNN = log natural desvio padrão dos intervalos NN; LnLF = log natural de baixa frequência, LnHF = log natural de alta frequência; LnLF / HF = log natural da razão de baixa frequência / alta frequência; Razão T / C = razão testosterona / cortisol.

*Diferença significativa em relação ao período de linha de base ($p < 0,05$).

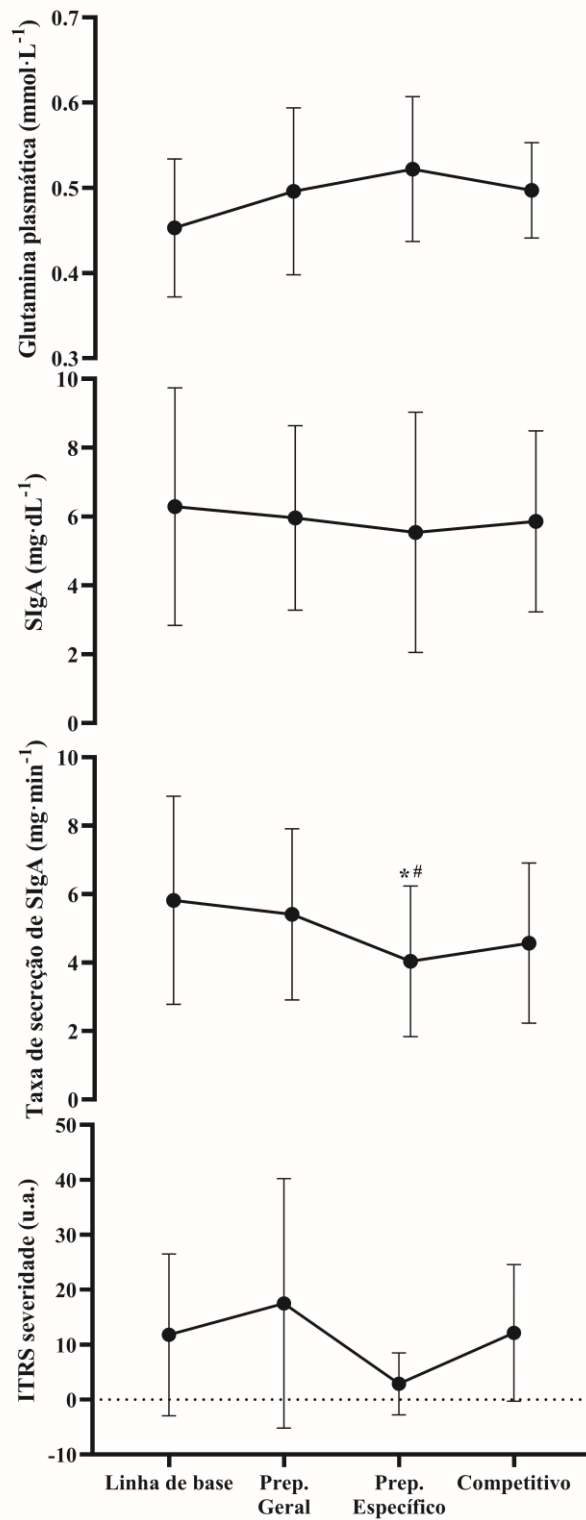


Figura 7 - Resultados dos marcadores imunológicos e de ITRS avaliados no final de cada ciclo da temporada. ITRS= infecção de trato respiratório superior.

*Diferença significativa em relação ao período de linha de base ($p < 0,05$). #Diferença significativa em relação ao ciclo preparatório geral ($p < 0,05$).

6.1.5. Perfil do estado de humor

Os escores de vigor durante a temporada mostrados pelo POMS foram: 50 ± 10 u.a. para o período de linha de base, 43 ± 13 u.a. para o ciclo geral, 50 ± 10 u.a. para o ciclo específico e 42 ± 12 u.a. para o ciclo competitivo, enquanto os resultados dos escores de fadiga foram: 50 ± 10 u.a. para o período de linha de base, 58 ± 14 u.a. para o ciclo geral, 52 ± 11 u.a. para o ciclo específico e 53 ± 11 u.a. para ciclo competitivo. Os índices de energia ao longo da temporada foram de 50 ± 10 u.a., 40 ± 17 u.a., 49 ± 11 u.a. e 43 ± 13 u.a. para o período de linha de base, ciclo geral, ciclo específico e ciclo competitivo, respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas para os escores do POMS.

6.1.6. Correlações

No ciclo de preparação geral, houveram correlações moderadas entre a carga total de treinamento e a taxa de secreção de SIgA ($r = 0,501$, $p = 0,034$), entre o delta da glutamina plasmática e o delta do VLM ($0,566$, $p = 0,014$), entre o delta da CK e delta de VLM ($r = -0,561$, $p = 0,030$), e entre delta de CK e delta de desempenho máximo de 200 m ($r = -0,557$, $p = 0,020$). Além disso, no ciclo preparatório específico, foi encontrada uma correlação moderada entre a monotonia e delta do VLM ($r = 0,474$, $p = 0,040$), enquanto no ciclo competitivo, foi observada uma correlação moderada entre o delta e cortisol e o delta do tempo total do teste de RSA ($r = -0,541$, $p = 0,030$) e entre o delta do cortisol e o delta do pior tempo do teste de RSA ($r = -0,650$, $p = 0,006$).

6.1.7. Prevalência de OR

Cinco atletas foram diagnosticados com OR durante o período do estudo (25% da equipe), com cinco ocorrências no ciclo específico (25% dos atletas) e duas ocorrências no ciclo competitivo (10% dos atletas), sendo dois atletas OR diagnosticados em ambos os ciclos. Os resultados da carga de treinamento e os principais parâmetros para atletas diagnosticados com OR em ciclo específico e competitivo são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados das principais variáveis para as atletas diagnosticadas com *overreaching*.

	Ciclos	
	Preparatório específico (n=5)	Competitivo (n=2)
Carga média de treinamento semanal (u.a.)	3656±296	5442±2365
Monotonia média semanal (u.a.)	1,2±0,1	1,5±0,0
Strain média semanal (u.a.)	4636±312	7815±3447
Carga total de treinamento da semana antes das avaliações (u.a.)	2830±471	4592±1750
Monotonia da semana antes das avaliações (u.a.)	0,9±0,1	1,8±0,8
Strain da semana antes das avaliações (a.u.)	2631±599	9232±7133
Teste de lactato mínimo - VLM (%)	-0,9±1,6	-1,7±1,2
RSA – Tempo total (%)	4,3±2,3	3,0±1,2
VFC – LnRMSSD (%)	3,1±10,7	-0,6±1,7
CK (%)	-18,6±29,5	8,6±46,0
LDH (%)	-11,3±33,4	0,7±16,3
T/C (%)	-13,4±47,6	-13,2±27,8
Glutamina (%)	0,7±12,0	-9,1±15,9
SIgA (%)	11,5±60,2	20,6±55,8
ITRS severidade (u.a.)	14±17	0±0

Valores expressos como Média±SD.

6.2. ESTUDO 2

6.2.1. Prevalência de OR-F

Nenhuma atleta foi excluída do estudo 2. Seis atletas do grupo INT foram classificadas como OR-F, ou seja, apresentaram uma piora no tempo total do teste de RSA maior que o SWC ($>0,8\%$) ao final da fase 2. As características dos grupos na linha de base estão apresentadas na Tabela 4 e nenhuma variável apresentou diferença significativa.

Tabela 4 – Características dos grupos controle, fadiga aguda e OR-F no momento de linha de base.

	Controle (n=8)	Fadiga aguda (n=8)	OR-F (n=6)	Valor de <i>p</i>
Idade (anos)	17±1	17±2	16±1	0,082
Altura (cm)	159,7±7,2	163,7±5,6	166,0±5,3	0,412
Peso (kg)	58,0±9,5	58,7±8,7	65,3±8,7	0,417
Performance 200-m máx (m·s⁻¹)	1,20±0,09	1,22±0,06	1,21±0,05	0,835
Posição de jogo				
Centro (n)	3	2	1	-
Marcador de centro (n)	2	1	2	-
Jogador de campo (n)	3	5	3	-

OR-F= grupo *overreaching* funcional.

6.2.2. Carga de treinamento

6.2.2.1. Efeito de interação (grupo × tempo)

Os resultados das cargas de treinamento, monotonia e *strain* para os grupos controle, fadiga aguda e OR durante o estudo estão apresentados na Figura 8. A carga de treinamento total durante a fase 2 (período de intensificação) foi maior para o grupo fadiga aguda em comparação ao grupo controle ($p=0,031$; *post hoc* $p=0,050$). Além disso, apenas os grupos fadiga aguda e OR-F apresentaram maiores valores de carga de treinamento total na fase 2 em relação a fase 1 (*post hoc* $p<0,001$, $p=0,002$, para os grupos fadiga aguda e OR-F, respectivamente). Após o período de *tapering*, as cargas de treinamento total foram menores

que a fase 2 para todos os grupos (*post hoc* $p < 0,001$ para todos os grupos). Em relação aos valores de monotonia, durante a fase 2, o grupo OR-F apresentou maiores valores comparados ao grupo controle (*post hoc* $p = 0,004$; *post hoc* $p = 0,050$), enquanto o grupo fadiga aguda apresentou maiores valores em relação a fase 1 (*post hoc* $p = 0,003$). Após o período de *tapering*, o grupo controle apresentou maiores valores em relação a fase 1 (*post hoc* $p < 0,001$), fase 2 (*post hoc* $p < 0,001$) e aos grupos fadiga aguda e OR-F (*post hoc* $p = 0,015$; $p = 0,010$). Os resultados de *strain* durante foram similares aos encontrados para as cargas de treinamento total, isso é, durante a fase 2 os grupos fadiga aguda e OR-F apresentaram maiores valores em relação a fase 1 ($p = 0,012$; *post hoc* $p < 0,001$; $p = 0,002$, para os grupos fadiga aguda e OR-F, respectivamente) e ao grupo controle (*post hoc* $p = 0,037$; $p = 0,046$, para os grupos fadiga aguda e OR-F, respectivamente) e, após o período de *tapering*, todos os grupo apresentaram redução em relação a fase 2 (*post hoc* $p = 0,037$, $p = 0,015$; $p < 0,001$, $p < 0,001$, para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F, respectivamente).

6.2.2.2. Efeito do tempo

Foram encontrados efeito do tempo ($p < 0,001$) para a carga de treinamento total, carga de treinamento média semanal e *strain*, com menores valores do período de *tapering* em relação a fase 2 ($p < 0,001$, para todas as três variáveis) e fase 1 ($p < 0,002$ e $p < 0,001$, para carga de treinamento total, *strain* e carga de treinamento semanal média, respectivamente). Além disso, a fase 2 foi maior que a fase 1 ($p < 0,001$) para as três variáveis. Em relação a monotonia média, a única diferença encontrada foi o menor valor do período de *tapering* comparado a fase 1 ($p = 0,002$; *post hoc* $p = 0,003$)

6.2.2.3. $[La^-]$ durante a sessão de treinamento

Os resultados de $[La^-]$ durante a sessão de treinamento estão apresentados na figura 9. Durante o período de *tapering* foram encontradas diferenças significativas entre os grupos controle e CA para a $[La^-]$ absoluta e em percentual da $[La^-]_{máx}$ ($p = 0,029$, $p = 0,003$, respectivamente).

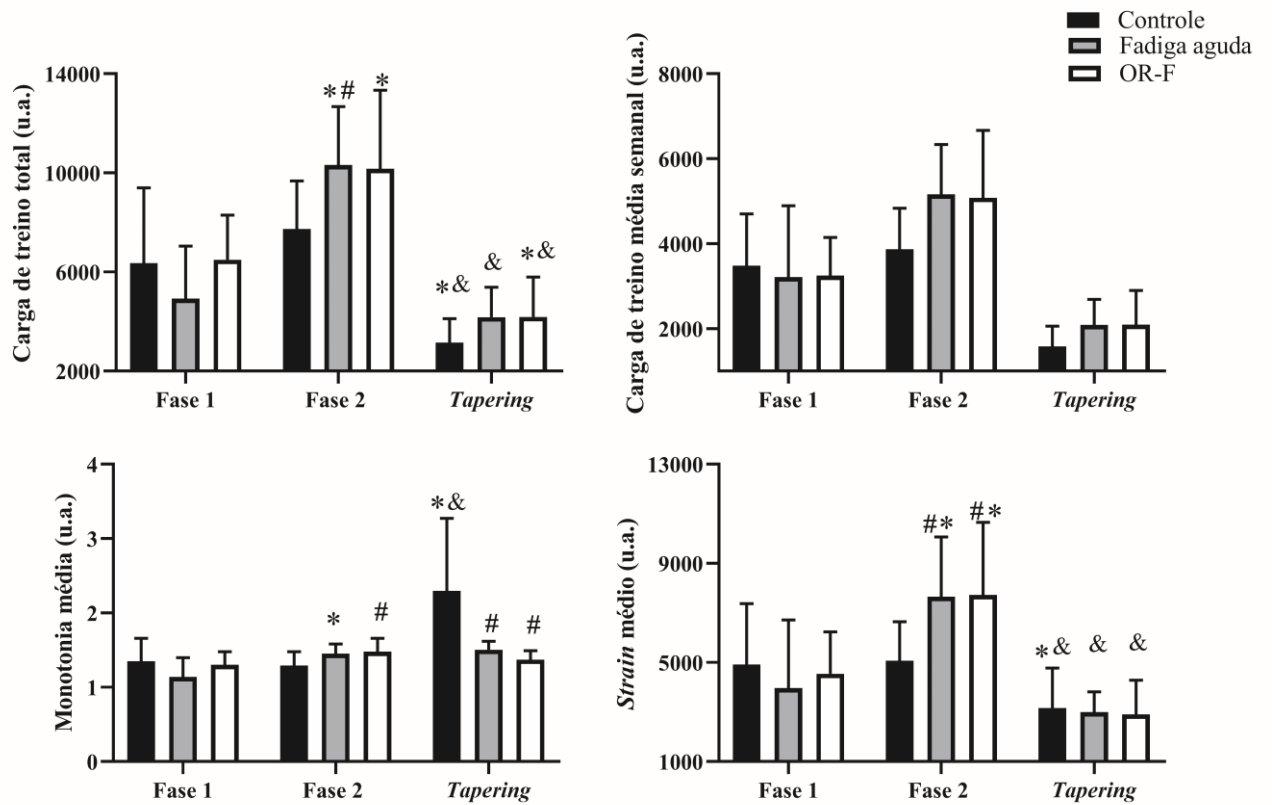


Figura 8 – Dinâmica das cargas de treinamento, monotonia e *strain* dos grupos controle, fadiga aguda e OR-F nas diferentes fases do treinamento. OR-F= grupo *overreaching* funcional.

Interações significativas (grupo \times tempo) = * Diferença significativa em relação a fase 1 ($p \leq 0,05$); & diferença significativa em relação a fase 2 ($p \leq 0,05$); # diferença significativa em relação ao grupo controle ($p \leq 0,05$).

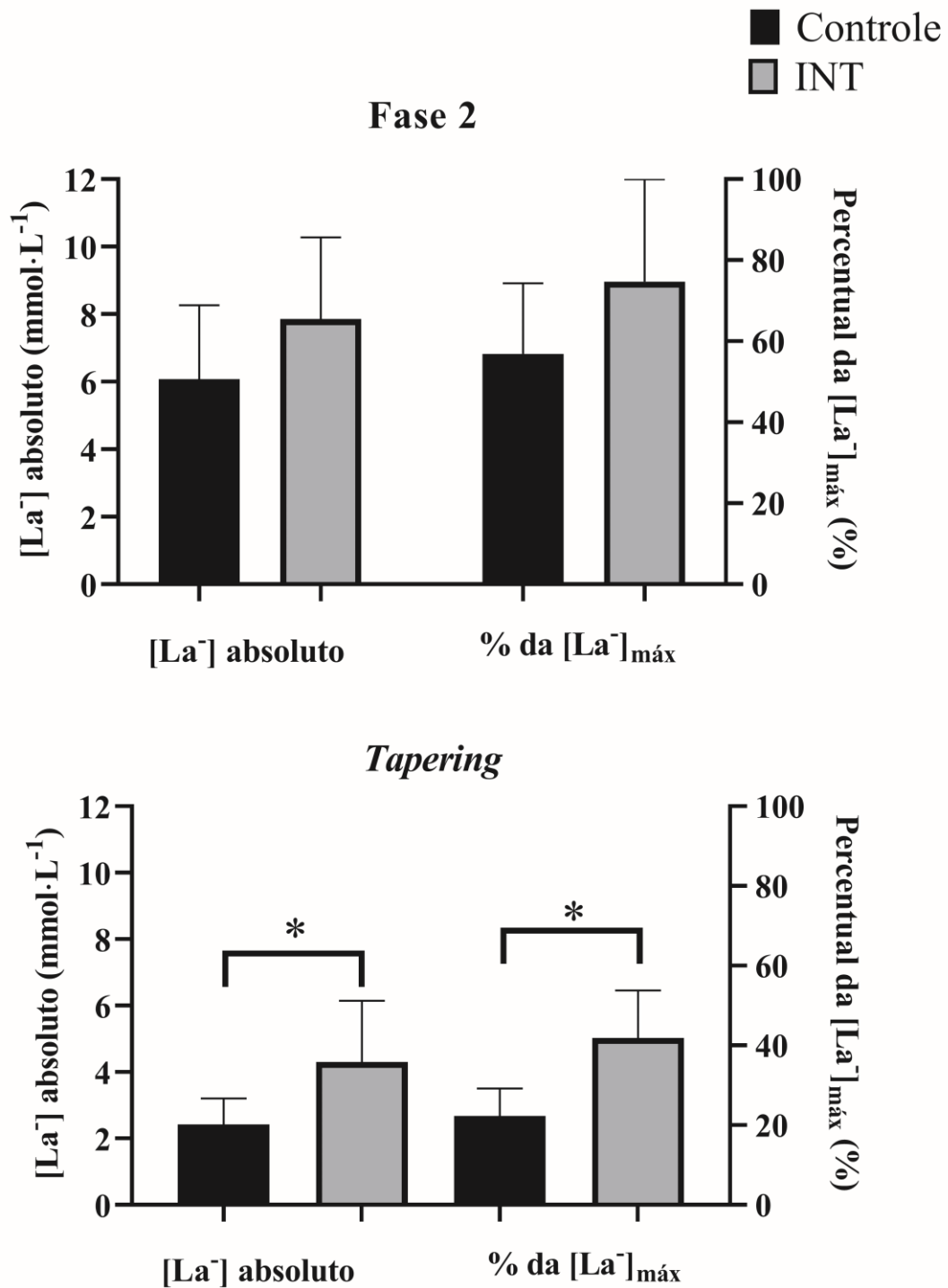


Figura 9 – Valores de concentração de $[La^-]$ absoluta e em percentual da $[La^-]_{m\acute{a}x}$ durante uma sessão de treinamento dos grupos controle e INT durante a fase 2 e período de *tapering*. Na fase 2, o número de atletas avaliadas foram 6 para o grupo controle e 6 para o grupo CA. Durante o período de *tapering*, 5 atletas do grupo controle foram avaliadas e 8 do grupo INT.

* Diferença significativa entre os grupos ($p \leq 0,05$).

6.2.3. Performance

6.2.3.1. Efeito de interação (grupo × tempo)

A figura 10 apresenta os resultados percentuais do tempo total do teste de RSA. As atletas classificadas como OR-F apresentaram uma piora no tempo total em relação ao grupo controle e ao grupo fadiga aguda na fase 2 ($p=0,004$; *post hoc* $p=0,035$, $p<0,001$, para o grupo controle e fadiga aguda, respectivamente). Além disso, após o período de *tapering*, o grupo OR-F manteve resultados inferiores ao grupo fadiga aguda ($p=0,029$), embora tenha apresentado melhora em relação a fase anterior ($p=0,032$). O grupo fadiga aguda por sua vez, apresentou melhora na fase 2 em relação ao grupo controle ($p<0,001$) e em relação a fase 1 ($p<0,001$) e, após o período de *tapering*, os resultados se mantiveram melhor que a fase 1 ($p=0,002$). Por fim, o grupo controle não apresentou alteração ao longo das fases.

Os resultados absolutos do teste de RSA e de lactato mínimo estão apresentados na Figura 11.

O grupo OR-F apresentou um aumento no tempo total no teste de RSA (piora) na fase 2 em relação a fase 1 ($p=0,002$; *post hoc* $p=0,004$) e em relação ao grupo fadiga aguda ($p=0,016$). No entanto, após o período de *tapering*, os valores de tempo total do grupo OR-F foram melhores que a linha de base e a fase 2 (*post hoc* $p=0,002$ e $p=0,031$, para linha de base e fase 2, respectivamente). Por outro lado, o grupo fadiga aguda apresentou melhora no tempo total do teste de RSA na fase 2 em relação a linha de base e fase 1 (*post hoc* $p<0,001$, para ambos os momentos) e, manteve essas melhoras após o período de *tapering* (*post hoc* $p<0,001$ e $p=0,001$, para linha de base e fase 1, respectivamente). Para o grupo controle, foram encontradas melhoras em todos os momentos apenas em relação a linha de base (*post hoc* $p<0,010$, $p=0,002$ e $p=0,001$, para a fase 1, fase 2 e período de *tapering*, respectivamente). As variáveis de melhor tempo e $[La^-]_{\text{pico}}$ do teste de RSA não apresentaram nenhuma interação (grupo×tempo) significativa, assim como, não foram encontradas interações significativas (grupo×tempo) para nenhuma variável do teste de lactato mínimo.

6.2.3.2. Efeito de tempo

Não foram encontradas diferenças em função do tempo para os resultados percentuais do tempo total do teste de RSA. Em relação aos resultados absolutos do teste de RSA, o tempo total, melhor tempo e $[La^-]_{\text{pico}}$ apresentaram redução no período de *tapering* comparados a linha de base ($p\leq 0,002$; *post hoc* $\leq 0,001$; $p\leq 0,001$; $p=0,021$, respectivamente). Ainda, o tempo total foi menor (melhor) na fase 1 e 2 comparados a linha de base (*post hoc* $p=0,003$ e $p\leq 0,001$,

respectivamente), enquanto que a $[La^-]_{pico}$ foi menor na fase 2 comparado a linha de base ($p=0,033$).

Foram encontrados efeitos do tempo também para o teste de lactato mínimo. Após o período de *tapering*, as variáveis de *performance* de 200 m máx, VLM e $[La^-]_{pico}$ foram maiores que os valores de linha de base ($p \leq 0,001$; *post hoc* $p \leq 0,001$, para todas as variáveis) e que a fase 1 (*post hoc* $p \leq 0,001$; $p=0,001$; $p=0,035$, para as variáveis de *performance* de 200 m máx, VLM e $[La^-]_{pico}$, respectivamente). Na fase 2, os valores de *performance* de 200 m máx, VLM e $[La^-]_{pico}$ também foram maiores que a linha de base (*post hoc* $p \leq 0,001$; $p \leq 0,001$; $p=0,003$, para as variáveis de *performance* de 200 m máx, VLM e $[La^-]_{pico}$, respectivamente) e, a *performance* de 200 m máx apresentou melhoria em relação a fase 1 (*post hoc* $p=0,011$). Ainda, a *performance* de 200 m máx e VLM foram maiores (melhores) na fase 1 comparado a linha de base (*post hoc* $p \leq 0,001$, para ambas as variáveis).

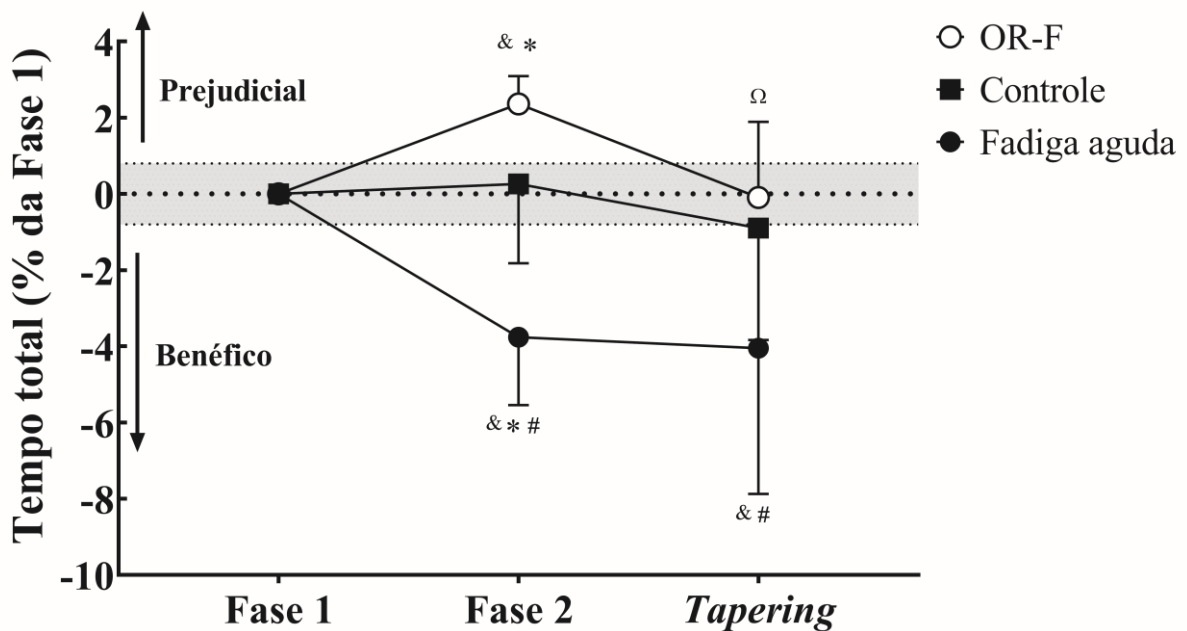


Figura 10- Resultados do tempo total do teste de RSA expresso em percentual da fase 1 para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F. A área cinza representa o SWC ($\pm 0,8\%$).

Interações significativas (grupo \times tempo) = & diferença significativa em relação a fase 1 ($p < 0,05$); Ω diferença significativa em relação a fase 2 ($p < 0,05$); * diferença significativa em relação ao grupo controle ($p < 0,05$); # diferença significativa em relação ao grupo OR-F ($p < 0,05$).

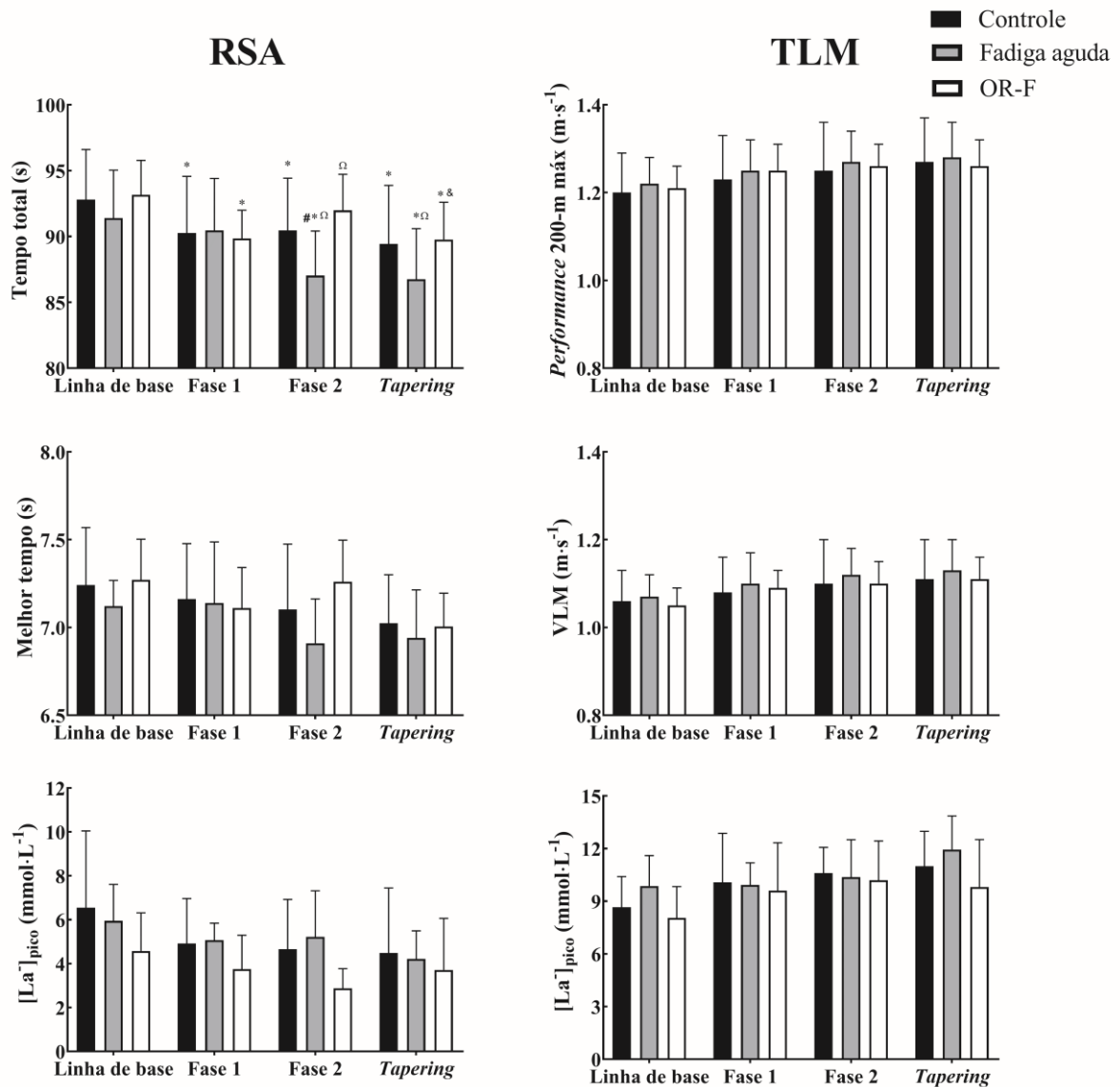


Figura 11 – Resultados absolutos dos testes de RSA e de lactato mínimo para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F durante as diferentes fases. OR-F = grupo *overreaching* funcional; RSA= teste de habilidade de *sprints* repetidos, TLM = teste de lactato mínimo, VLM = velocidade associada ao lactato mínimo, $[La^-]_{\text{pico}}$ = concentração pico de lactato.

Interações significativas (grupo \times tempo) = * diferença significativa em relação a linha de base ($p < 0,05$); Ω diferença significativa em relação a fase 1 ($p < 0,05$); & diferença significativa em relação a fase 2 ($p < 0,05$); # diferença significativa em relação ao grupo OR-F ($p < 0,05$).

6.2.4. Marcadores bioquímicos, ITRS e POMS

A tabela 5 apresenta os resultados absolutos de concentração hormonal plasmática, marcadores de dano muscular sanguíneos, SIgA, glutamina, ITRS e POMS. Nenhum efeito de interação significativa (grupo×tempo) e de tempo foram encontrados para as variáveis investigadas.

Tabela 5 – Resultados de concentração hormonal plasmática, marcadores de dano muscular sanguíneos, SIgA, glutamina, ITRS e POMS avaliados no final de cada fase para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F.

		Linha de base	Fase 1	Fase 2	Tapering
<i>Concentração hormonal plasmática</i>					
Testosterona (ng·mL⁻¹)	Controle	0,38±0,20	0,29±0,11	0,35±0,17	0,31±0,14
	Fadiga aguda	0,39±0,16	0,36±0,15	0,34±0,10	0,30±0,22
	OR-F	0,38±0,16	0,28±0,18	0,31±0,12	0,37±0,11
Cortisol (µg·dL⁻¹)	Controle	14,87±6,16	13,44±6,26	15,87±5,98	18,91±1,53
	Fadiga aguda	17,89±5,42	19,00±1,77	16,27±6,40	16,21±6,94
	OR-F	18,04±5,62	17,55±4,56	19,85±2,25	17,09±5,64
Razão T/C	Controle	0,03±0,01	0,03±0,02	0,02±0,01	0,02±0,01
	Fadiga aguda	0,03±0,02	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01
	OR-F	0,02±0,01	0,02±0,02	0,02±0,01	0,03±0,03
<i>Marcadores de dano muscular sanguíneos</i>					
CK (U·L⁻¹)	Controle	149±83	264±178	253±206	172±79
	Fadiga aguda	130±47	269±258	228±195	196±112
	OR-F	171±64	408±423	291±214	293±192
LDH (U·L⁻¹)	Controle	206±49	243±31	244±82	230±57
	Fadiga aguda	209±48	258±80	239±100	220±25
	OR-F	192±26	248±69	217±56	255±57
<i>SIgA</i>					
SIgA (mg·dL⁻¹)	Controle	8,34±3,89	8,94±3,65	7,67±4,25	7,10±1,52
	Fadiga aguda	5,90±3,12	6,13±2,26	7,19±4,53	5,09±3,10
	OR-F	9,25±6,24	5,43±3,93	6,25±2,01	5,12±2,23
Taxa de secreção de SIgA (mg·min⁻¹)	Controle	5,75±2,57	5,90±2,90	5,16±2,65	4,68±1,91
	Fadiga aguda	3,99±1,48	4,78±1,35	5,49±1,68	3,70±1,60
	OR-F	4,43±2,04	3,67±1,94	4,45±1,54	3,40±1,65
Glutamina	Controle	0,546±0,091	0,524±0,097	0,555±0,087	0,523±0,080

	Fadiga aguda	0,541±0,131	0,612±0,122	0,584±0,109	0,565±0,130
	OR-F	0,483±0,066	0,497±0,073	0,562±0,114	0,506±0,099
ITRS severidade(u.a.)	Controle	12±26	11±19	3±5	11±17
	Fadiga aguda	5±8	3±6	13±18	12±18
	OR-F	21±21	0±0	1±1	8±13
POMS					
Vigor (u.a.)	Controle	17±8	16±7	18±7	16±5
	Fadiga aguda	16±10	17±9	16±8	16±8
	OR-F	17±5	17±4	20±5	19±4
Fadiga (u.a.)	Controle	4±3	8±8	8±7	8±7
	Fadiga aguda	7±7	4±4	6±5	3±1
	OR-F	10±3	9±7	9±8	7±6
Índice de energia (u.a.)	Controle	13±8	8±14	11±12	8±11
	Fadiga aguda	9±12	13±11	9±11	14±9
	OR-F	7±6	8±11	12±10	13±7

Valores expressos como Média ± DP. CK = creatina quinase; LDH = lactato desidrogenase; ITRS = infecção de trato respiratório superior; OR-F = grupo *overreaching* funcional; SIgA= concentração salivar de imunoglobulina A; Razão T / C = razão testosterona / cortisol.

6.2.5. Variabilidade da frequência cardíaca

Os resultados de VFC do estudo 2 estão apresentados na tabela 6. Não foram encontrados efeitos de interações significativas (grupo×tempo) para as variáveis investigadas.

6.2.5.1. Efeito do tempo

As variáveis LnSDNN e LnRMSSD apresentaram aumentos no início e final do *tapering* em comparação com a linha de base (*post hoc* $p \leq 0,043$ e $p \leq 0,015$ para as variáveis LnSDNN e LnRMSSD, respectivamente). A variável LnLF foi maior ao final do *tapering* em relação a linha de base (*post hoc* $p=0,001$).

Tabela 6 – Resultados da VFC para os grupos controle, fadiga aguda e OR-F nas diferentes fases do estudo.

		Linha de base	Início da fase 2	Início do <i>tapering</i>	Final do <i>tapering</i>	ANOVA <i>two-way</i>	
						Efeito do tempo (valor de <i>p</i>)	Efeito de interação grupo×tempo (valor de <i>p</i>)
LnSDNN	Controle	3,76±0,36	4,08±0,33	3,95±0,35	3,94±0,39	0,001	0,220
	Fadiga aguda	3,68±0,21	3,93±0,33	3,95±0,27	4,13±0,20		
	OR-F	3,48±0,35	3,52±0,37	3,73±0,36	3,68±0,50		
LnRMSSD	Controle	3,45±0,51	3,98±0,42	3,89±0,45	3,77±0,56	0,001	0,526
	Fadiga aguda	3,37±0,25	3,80±0,44	3,91±0,32	3,83±0,43		
	OR-F	3,37±0,35	3,38±0,58	3,72±0,49	3,55±0,78		
LnLF	Controle	6,98±0,69	7,37±0,69	7,14±0,75	7,60±0,58	0,001	0,351
	Fadiga aguda	6,75±0,56	7,12±0,71	6,98±0,55	7,81±0,56		
	OR-F	6,18±0,84	6,29±0,65	6,67±0,84	6,58±0,84		
LnHF	Controle	5,87±1,01	6,55±1,13	6,34±1,06	6,29±0,79	0,059	0,631
	Fadiga aguda	5,79±0,49	6,53±0,91	6,69±0,53	6,60±0,85		
	OR-F	5,81±0,78	5,65±1,14	6,19±0,85	5,98±1,48		
LnLF/HF	Controle	1,21±0,86	1,05±0,90	0,66±0,93	1,24±0,62	0,064	0,566
	Fadiga aguda	0,95±0,73	0,60±0,70	0,29±0,26	0,99±0,74		
	OR-F	0,37±0,18	0,60±0,85	0,48±0,88	0,60±1,19		

LnRMSSD = log natural da diferença da raiz quadrada da média dos intervalos RR normais sucessivos; LnSDNN = log natural desvio padrão dos intervalos NN; LnLF = log natural de baixa frequência, LnHF = log natural de alta frequência; LnLF / HF = log natural da razão de baixa frequência / alta frequência; OR-F = grupo *overreaching* funcional.

7. DISCUSSÃO

Os principais achados da presente tese foram que durante uma temporada de polo aquático, as atletas treinam regularmente com cargas semanais de ~3000 u.a. e que a incidência de OR durante a temporada pode chegar a 25% (estudo 1). Além disso, foi demonstrado que o estado de OR-F limitou as melhorias do período de *tapering* sobre o tempo total do teste de RSA em jovens atletas de polo aquático da modalidade feminina (estudo 2). Por outro lado, foi encontrado no estudo 2 que as atletas que realizaram o período de intensificação das cargas de treinamento sem o acometimento do OR-F (fadiga aguda), apresentaram as maiores melhorias ao final da fase 2 e após o período de *tapering* no tempo total do teste de RSA, indicando que o período curto de intensificação das cargas (~+80% da carga habitual) seguido por *tapering* pode ser uma estratégia benéfica para atletas de polo aquático, desde que não haja o acometimento do estado de OR-F durante esse processo. Por fim, nenhuma variável fisiológica investigada no presente projeto se mostrou sensível para detectar o estado de OR-F.

7.1. ESTUDO 1

O principal achado do estudo 1 foi que no ciclo competitivo de uma equipe feminina de jovens atletas de polo aquático, durante o qual acontecem as principais competições, as melhorias de *performance* foram menores que nos demais ciclos (melhor tempo no teste de RSA) ou mesmo não diferentes do período de linha de base (*performance* de 200 m máx e VLM). No ciclo competitivo, foram encontradas as maiores cargas de treinamento, monotonia e valores de *strain*, o que possivelmente pode ter influenciado nas menores melhorias. Além disso, os marcadores fisiológicos utilizados no presente estudo mostraram pouca sensibilidade para detectar mudanças na carga de treinamento e nos parâmetros de *performance* durante as 20 semanas de investigação.

A carga de treinamento (sPSE) encontrada no estudo 1 foi maior do que os valores encontrados em um estudo anterior realizado com jovens atletas de polo aquático (BRISOLA et al., 2020). Enquanto no presente estudo as cargas semanais médias de treinamento (sPSE) foram de 2825 u.a. durante o ciclo geral, 2949 u.a. no ciclo específico, e 4396 u.a. no ciclo competitivo, no estudo citado anteriormente (BRISOLA et al., 2020), as cargas de treinamento foram de 2377 u.a. no ciclo geral, 2903 u.a. no ciclo específico, e 2667 u.a. no ciclo competitivo. Além disso, a carga de treinamento semanal apresentada por jovens atletas de polo aquático no presente estudo é consideravelmente maior do que as cargas sazonais de treinamento (sPSE)

encontradas na literatura entre jovens atletas de outras modalidades esportivas, como basquetebol (1073 u.a.) (OTAEGI; LOS ARCOS, 2020), judô (~ 1800 u.a.) (AGOSTINHO et al., 2017) e futebol na categoria sub-15 (~ 1800 u.a.) e semelhante ao futebol na categoria sub-19 (~ 4000 u.a.) (CETOLIN et al., 2018). A monotonia média de treinamento (~ 1,2 u.a.) encontrada no presente estudo foi semelhante a um estudo anterior com jogadores de polo aquático (~ 1,4 u.a.) (BRISOLA et al., 2020), enquanto o *strain* médio de treinamento no ciclo competitivo do presente estudo (6169 u.a.) foi maior do que estudos anteriores com jogadores de polo aquático (4731 u.a.) (BRISOLA et al., 2020) e atletas de judô (~ 1300 u.a.) (AGOSTINHO et al., 2017).

Embora não tenham sido observadas correlações significativas entre a carga de treinamento e os parâmetros de *performance* no ciclo competitivo, os altos valores da carga de treinamento encontrados podem ter influenciado negativamente as melhorias adicionais de *performance*, principalmente devido à falta de um período de *tapering* (AUBRY et al., 2014). A melhora na capacidade aeróbia no estudo 1 foi menor se comparado ao estudo prévio com jovens atletas de polo aquático (BRISOLA et al., 2020). No presente estudo, a maior melhora na capacidade aeróbia (VLM) foi de + 3,24% durante o ciclo geral, enquanto no estudo anterior de Brisola et al. (2020), a maior melhora encontrada na capacidade aeróbia em jovens jogadores de polo aquático foi de + 5,49% no mesmo ciclo, mas com menor carga de treinamento reportada. Além disso, no presente estudo, durante o ciclo competitivo (em que acontecem as principais competições), não foi encontrada melhora do VLM em relação a linha de base, o que poderia ter um impacto negativo sobre a *performance* física durante as principais competições. Embora ganhos menores na *performance* possam ser comuns durante o ciclo competitivo em diferentes esportes (MOHR; KRUSTRUP, 2014), o fato de o presente estudo não ter encontrado melhora no VLM em comparação com a linha de base, indica que praticamente não houve melhora na capacidade aeróbia em comparação com um estado totalmente desprovido de treinamento.

Em relação aos resultados do teste de RSA, os parâmetros da sPSE mais elevados no ciclo competitivo também podem ter limitado as melhorias, principalmente para o melhor tempo. O delta percentual (calculado a partir da linha de base) do melhor tempo no teste RSA foi menor no ciclo competitivo do presente estudo em comparação com o ciclo geral. Esses resultados são semelhantes aos encontrados com jogadores de futebol, que apresentaram um provável prejuízo no melhor tempo do teste RSA no meio da temporada competitiva em comparação com o início da temporada competitiva (IMPELLIZZERI et al., 2008). Segundo

os autores (IMPELLIZZERI et al., 2008), esse prejuízo poderia ser devido ao baixo volume específico de treinamento para manter essa capacidade física durante o ciclo competitivo e, à fadiga acumulada durante esse ciclo. No presente estudo, o percentual de tempo dispendido no treinamento de *sprints* aumentou durante o ciclo competitivo (Figura 2), portanto, é improvável que a falta de estímulo de *sprint* possa ser responsável por uma menor adaptação no melhor tempo do teste de RSA no estudo 1. Portanto, uma possível explicação para isso poderia ser devido aos elevados valores das variáveis oriundas da sPSE encontrados neste ciclo, ou mesmo, à fadiga acumulada de ciclos anteriores.

Com relação aos marcadores bioquímicos e respostas autonômicas cardíacas, o SIgA e o LnRMSSD foram os mais responsivos ao longo da temporada, enquanto os outros marcadores não apresentaram alterações. A taxa de secreção de SIgA, que é um marcador imunológico, apresentou redução apenas no ciclo específico do presente estudo. O SIgA representa a primeira linha de defesa contra vírus e bactérias na superfície da mucosa do trato respiratório (BISHOP, NICOLETTE, 2009) e a sua redução pode indicar um risco aumentado de ITRS. Embora nenhuma diferença significativa tenha sido encontrada para a ITRS durante o presente estudo, um estudo recente de Tiernan et al. (2020) mostraram que uma diminuição de 65% ou mais na SIgA aumenta o risco de contrair ITRS nas 2 semanas seguintes, o que pode ter ocorrido durante o ciclo competitivo do presente estudo. No entanto, a ITRS foi avaliada apenas com um intervalo de 6 semanas entre os ciclos específicos e competitivos (uma limitação do presente estudo). Além disso, é importante enfatizar que a severidade da ITRS encontrados durante o ciclo competitivo apresentou um valor de p no teste de Friedman de 0,025, mas um *post hoc* de $p = 0,077$ (não significativo) em relação ao ciclo específico.

A LnRMSSD de repouso foi aumentada apenas nos ciclos geral e competitivo do presente estudo, o que pode representar um aumento da atividade vagal em repouso e ser interpretado como uma adaptação positiva à carga de treinamento (ESCO; FLATT; NAKAMURA, 2016). Alguns estudos mostram que a organização adequada da carga de treinamento pode aumentar a LnRMSSD de repouso, enquanto o acúmulo excessivo de alta carga de treinamento pode perturbar o equilíbrio autônomo (FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017), diminuindo a LnRMSSD em repouso (ESCO; FLATT; NAKAMURA, 2016). Embora a carga de treinamento no ciclo específico do presente estudo não tenha sido alta, a organização das cargas de treinamento (ou seja, maior monotonia do que no ciclo geral) neste ciclo pode ter dificultado a melhoria na LnRMSSD. Além disso, mesmo com altas cargas de treinamento no ciclo competitivo do presente estudo, foi encontrada uma melhora na LnRMSSD. Isso pode ter

ocorrido devido ao aumento da tolerância às cargas de treinamento nessa fase após o acúmulo de altas cargas sazonais de treinamento, levando a uma maior capacidade de manter a homeostase vagal cardíaca (FLATT; HOWELLS, 2019). Estudos futuros monitorando a VFC semanalmente são incentivados para identificar as mudanças com mais precisão.

A incidência de OR durante uma temporada no polo aquático foi superior a outros estudos com jovens atletas. No presente estudo, 25% da equipe de polo aquático foi diagnosticada com OR pelo menos uma vez durante o macrociclo analisado (20 semanas), sendo cinco ocorrências no ciclo específico (25% dos atletas) e duas ocorrências repetidas no ciclo competitivo (10% dos atletas). Em um estudo com jovens nadadores de diferentes países, Raglin et al. (2000) descobriram por meio de questionários que 34,6% dos atletas já haviam apresentando sintomas de OR, porém essas incidências foram consideradas durante toda a carreira esportiva e não apenas em um macrociclo conforme investigado na presente tese. Além disso, Matos et al. (2011) também mostraram por meio de questionários que a incidência de OR em jovens atletas de esportes coletivos foi de 17% durante a carreira esportiva. Porém, é importante ressaltar que os estudos citados realizaram o diagnóstico de OR apenas a partir de questionários respondidos pelos atletas e não realizaram avaliações de *performance*, que é o indicador primário de OR (MEEUSEN et al., 2013).

Finalmente, como o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos da carga sazonal de treinamento do polo aquático sobre vários parâmetros, a principal limitação do presente estudo é a falta de mensuração da carga externa, o que poderia ser importante, principalmente em jogos simulados e oficiais e durante as atividades táticas / técnicas, nas quais os esforços são autorregulados. Outra limitação foi a falta de avaliação diária da VFC, que é sensível para rastrear as cargas de treinamento (FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017) e poderia permitir a avaliação do equilíbrio entre fadiga e adaptação em todas as semanas do estudo.

Portanto, de acordo com os presentes achados, é possível concluir que os marcadores fisiológicos utilizados no presente estudo apresentaram pouca sensibilidade para detectar mudanças na carga de treinamento e nos parâmetros de *performance*. Além disso, a distribuição da carga de treinamento ao longo da temporada e as cargas de treinamento mais altas aplicadas no ciclo competitivo de uma equipe feminina de jovens atletas de polo aquático (quando as competições principais acontecem) podem ter implicados na ausência de melhorias de *performance* (*performance* de 200 m máximo e VLM), no entanto, novos estudos com desenho experimental adequado são necessários para confirmar essa hipótese. Finalmente, a prevalência

de atletas diagnosticadas com OR durante um macrociclo de uma equipe jovem de polo aquático foi de 25%, o que é semelhante a outros esportes.

7.2. ESTUDO 2

O principal achado do estudo 2 foi que o acometimento do OR-F limitou as melhorias do ciclo de *tapering* sobre o tempo total do teste de RSA em jovens atletas de polo aquático do sexo feminino. Isso foi evidenciado pelo fato do grupo OR-F não ter apresentado melhorias nessa métrica após o ciclo de *tapering* em comparação com os valores de linha de base. Além disso, o estudo 2 mostrou que as atletas que não foram diagnosticadas com o estado de OR-F após o período de intensificação das cargas, apresentaram as maiores melhorias ao final da fase 2 e após o ciclo de *tapering* no tempo total do teste de RSA, indicando que o ciclo de curta duração de intensificação das cargas (~+80% da carga habitual) seguido por *tapering* pode ser uma estratégia benéfica para atletas de polo aquático para melhorar o RSA, desde que não haja o acometimento do estado de OR-F durante esse processo. Por fim, nenhuma variável fisiológica investigada no estudo 2 se mostrou sensível para detectar o estado de OR-F.

Os achados encontrados no estudo 2 em relação aos efeitos negativos do OR-F sobre a *performance* de tempo total no teste de RSA confirmam a hipótese inicial da presente tese. Alguns estudos prévios na literatura indicavam que o acometimento do estado de OR-F poderia limitar as melhorias de *performance* em esportes de *endurance*, principalmente devido a distúrbios no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (BARRON et al., 1985; MEEUSEN et al., 2013; FRY et al., 1994), prejudicada ressíntese de glicogênio (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995), reduzida responsividade adrenal ao exercício (LE MEUR et al., 2014), deterioração do estado imunológico (AUBRY et al., 2014; HAUSSWIRTH et al., 2014) e um desequilíbrio no balanço autonômico (LE MEUR et al., 2013). No entanto, embora essas informações em relação aos efeitos deletérios do estado de OR-F sobre a *performance* fossem consistentes em esportes de *endurance* (AUBRY et al., 2014; AUBRY et al., 2015; HAUSSWIRTH et al., 2014), elas eram escassas em relação a modalidades esportivas coletivas, como por exemplo, o polo aquático. Dessa maneira, os achados atuais de que o estado de OR-F também pode ser um fator limitante para adquirir elevadas melhorias de *performance* em modalidades esportivas coletivas, podem ter grande contribuição para o âmbito do treinamento esportivo. No entanto, nenhuma variável investigada no presente estudo (concentração hormonal, marcadores de danos muscular, parâmetros imunológicos, parâmetros da VFC, estados de humor e severidade de ITRS) parece explicar os motivos dos menores ganhos *performance* encontrados pelo grupo OR-F após o ciclo de *tapering*.

Um dos parâmetros mais consistentes reportados pela literatura como possível explicação para os efeitos deletérios do OR-F é o desequilíbrio no SNA. Em atletas de *endurance*, uma das

respostas mais comuns encontradas em atletas diagnosticadas com OR-F é a hiperatividade parassimpática, indicada por um aumento na LnRMSSD (BELLENGER et al., 2015, 2017; LE MEUR et al., 2013a). Já em modalidades esportivas de velocidade, as respostas mais comuns são de diminuição na atividade parassimpática, com diminuição na LnRMSSD (FLATT; HORNIKEL; ESCO, 2017). O SNA é responsável pela regulação de diversos processos fisiológicos como a atividade secretora de glândulas e o tônus de músculo liso e músculo cardíaco (STANLEY; PEAKE; BUCHHEIT, 2013) e, portanto, sua alteração poderia impactar diretamente em alguns processos fisiológicos importantes para o exercício físico, como por exemplo, na produção de catecolaminas (LE MEUR et al., 2014; LEHMANN et al., 1992b). No entanto, no presente estudo, nenhuma alteração foi detectada na RMSSD entre os grupos controle, OR-F e fadiga aguda em atletas de polo aquático. Possivelmente, a não alteração encontrada nesse parâmetro pode estar associada a uma limitação do presente estudo, que foi não ter realizado as avaliações na última semana da fase 2 (devido aos compromissos da equipe), ciclo no qual as atletas estavam com os maiores níveis de fadiga e poderiam ter apresentado alterações na LnRMSSD.

Em relação ao teste de lactato mínimo, o presente estudo não encontrou nenhum efeito do OR-F sobre a capacidade aeróbia (VLM) e tão pouco sobre a *performance* de 200-m máximo e $[La^-]$. Provavelmente as características do treinamento durante o período de sobrecarga podem ter impacto apenas sobre as ações específicas treinadas. Além disso, estudos prévios têm demonstrado que atletas diagnosticados com OR-F não necessariamente apresentaram alterações em todas as capacidades físicas investigadas. Por exemplo, Coutts et al (2007a) não encontraram alterações na velocidade de corrida de 10 e 40 m em atletas de rugby induzidos ao estado de OR-F, mas encontraram alterações na resistência de corrida até exaustão, altura de salto vertical, entre outros. Recentemente, Bellenger et al. (2019) também não encontraram alterações no ponto de compensação respiratória em corredores diagnosticados com OR-F, mas encontraram alterações em outros parâmetros como $\dot{V}O_{2max}$ e tempo até a exaustão em teste incremental.

Finalmente, é importante ressaltar que o grupo fadiga aguda apresentaram as maiores melhorias no tempo total do teste incremental. Essas melhorias mais expressivas encontradas tanto ao final da fase 2 quanto após período de *tapering*, indicam que a estratégia de curtos períodos de intensificação das cargas seguidos por períodos de *tapering* pode ser efetiva para o polo aquático, desde que não haja o acometimento do estado de OR-F. Para que isso seja possível, visto que nenhuma variável fisiológica investigada no presente estudo foi sensível

para detectar o acometimento desse estado, sugere-se o uso de avaliações de *performance* periódicas, principalmente durante o período de sobrecarga, para que seja possível fazer o ajuste das cargas de treinamentos. Em um recente estudo realizado com atletas de polo aquático masculino, Botonis et al. (2019a) mostraram que a utilização do período de sobrecarga e *tapering* foi efetiva para melhorar a *performance* de e 20 e 400 m. No entanto, esse estudo não realizou diagnóstico de OR-F nos atletas, o que limita maiores comparações com o presente estudo. Dessa maneira, os achados do presente estudo em relação aos efeitos do OR-F sobre as melhorias de *performance* após o período de *tapering*, se tornam de grande importância para o âmbito do treinamento físico no polo aquático

As limitações do estudo 2 são similares as limitações do estudo 1, isso é, a falta de mensuração da carga externa e a falta da avaliação com maior frequência da VFC. Apesar da VFC ter sido avaliada no início de cada fase do treinamento, a ausência de mensuração principalmente na última semana da fase 2, momento no qual provavelmente o equilíbrio do SNA poderia ser mais impactado pela intensificação das cargas de treinamento, pode ser considerado com uma limitação do presente estudo.

Portanto, é possível concluir no estudo 2 que o acometimento do estado de OR-F limitou as melhorias do período de *tapering* sobre o tempo total do teste de RSA em jovens atletas de polo aquático feminino. Por outro lado, o grupo que realizou o período de intensificação das cargas de treinamento sem o acometimento do estado de OR-F, apresentou os maiores ganhos no tempo total do teste de RSA ao final do período de sobrecarga e de *tapering*. Assim, os presentes achados suportam a efetividade da estratégia de realização de curtos períodos de cargas alta com subsequente período de *tapering* para melhorar a *performance* de RSA no polo aquático, desde que não haja o acometimento do estado de OR-F. Ainda, visto que nenhuma variável fisiológica se mostrou sensível para detectar o estado de OR-F, o presente estudo sugere a realização de avaliações de *performance* periódicas, principalmente durante o período de sobrecarga, para a detecção de atletas acometidas com o estado de OR-F.

8. CONCLUSÃO

De acordo com os achados da presente tese, é possível concluir que o acometimento do estado de OR-F previamente ao período de *tapering* pode limitar as melhorias de *performance* do tempo total no teste de RSA em jovens atletas de polo aquático. Além disso, foi verificado que o período de intensificação das cargas de treinamento previamente ao período de *tapering* pode ser benéfico para promover melhorias expressivas na *performance* do tempo total do teste de RSA, desde que não haja o acometimento do estado de OR-F (deterioração na *performance* maior que o SWC). Por fim, nenhuma variável fisiológica investigada na presente tese foi sensível para diagnosticar o estado OR-F, o que sugere a necessidade de utilização de avaliações de *performance* específica para essa finalidade.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, M. F. et al. Monitoring internal training load and salivary immuneendocrine responses during an annual judo training periodization. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 13, n. 1, p. 68–75, 27, 2017.
- AL HADDAD, H. et al. Reliability of resting and postexercise heart rate measures. **International Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 8, p. 598–605, 2011.
- ANTUALPA, K.; AOKI, M. S.; MOREIRA, A. Salivary steroids hormones, well-being, and physical performance during an intensification training period followed by a tapering period in youth rhythmic gymnasts. **Physiology and Behavior**, v. 179, p. 1–8, 2017.
- AUBRY, A. et al. Functional overreaching: The key to peak performance during the taper? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 9, p. 1769–1777, 2014.
- AUBRY, A. et al. The Development of Functional Overreaching Is Associated with a Faster Heart Rate Recovery in Endurance Athletes. **PLOS ONE**, v. 10, n. 10, p. e0139754, 21 out. 2015.
- AURIA, S. D.; GABBETT, T. A Time-Motion Analysis of International Women ' s Water Polo Match Play. **International journal of sports physiology and performance.**, v. 3, p. 305–319, 2008.
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C. et al. The Concurrent Validity and Reliability of a Low-Cost, High-Speed Camera-Based Method for Measuring the Flight Time of Vertical Jumps. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 2, p. 528–533, 2014.
- BARBIERI, R. et al. Reliability and Validity of a New Specific Field Test of Aerobic Capacity with the Ball for Futsal Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 233–240, 2017.
- BARRETT, B. et al. Validation of a short form Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey (WURSS-21). **Health and quality of life outcomes**, v. 7, n. 1, p. 76, 12 ago. 2009.
- BARRON, J. L. et al. Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 60, n. 4, p. 803–806, 1985.
- BELLENGER, C. R. et al. Contextualising Parasympathetic Hyperactivity in Functionally Overreached Athletes With Perceptions of Training Tolerance. **International journal of sports physiology and performance**, p. 685–692, 2015.
- BELLENGER, C. R. et al. The effect of functional overreaching on parameters of autonomic heart rate regulation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 3, p. 541–550, 2017.
- BELLENGER, C. R. et al. Detrended fluctuation analysis detects altered coordination of running gait in athletes following a heavy period of training. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2019.
- BELLINGER, P. **Functional Overreaching in Endurance Athletes: A Necessity or Cause for Concern?** *Sports Medicine*, 2020.

- BELTRAN-VALLS, M. R. et al. Effects of a Tapering Period on Physical Condition in Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, 2017.
- BISHOP, NICOLETTE, C. Acute and chronic effects of exercise on markers of mucosal immunity. **Frontiers in Bioscience**, v. Volume, n. 14, p. 4444, 2009.
- BISHOP, D.; EDGE, J. The effects of a 10-day taper on repeated-sprint performance in females. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 8, n. 2, p. 200–209, 2005.
- BOSQUET, L. et al. Effects of tapering on performance: A meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1358–1365, 2007.
- BOSQUET, L.; LÉGER, L.; LEGROS, P. Blood lactate response to overtraining in male endurance athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 84, n. 1–2, p. 107–114, 2001.
- BOTONIS, P. G.; TOUBEKIS, A. G.; PLATANOU, T. I. Concurrent Strength and Interval Endurance Training in Elite Water Polo Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. November, p. 126–133, 2015.
- BOTONIS, P. G.; TOUBEKIS, A. G.; PLATANOU, T. I. Training Loads, Wellness and Performance before and during Tapering for a Water-Polo Tournament. **Journal of Human Kinetics**, 2019a.
- BOTONIS, P. G.; TOUBEKIS, A. G.; PLATANOU, T. I. Physiological and Tactical On-court Demands of Water Polo. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 11, p. 3188–3199, nov. 2019b.
- BOURDILLON, N. et al. Minimal Window Duration for Accurate HRV Recording in Athletes. **Frontiers in Neuroscience**, v. 11, n. AUG, 10 ago. 2017.
- BOURDILLON, N. et al. Overload blunts baroreflex only in overreached athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 9, p. 941–949, 2018.
- BRANCACCIO, P. et al. Serum enzyme monitoring in sports medicine. **Clinics in sports medicine**, v. 27, n. 1, p. 1–18, vii, jan. 2008.
- BRISOLA, G. M. P. et al. β -Alanine Supplementation's Improvement of High-Intensity Game Activities in Water Polo. **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, n. 9, p. 1208–1214, 1 out. 2018.
- BRISOLA, G. M. P. et al. Effects of Seasonal Training Load on Performance and Illness Symptoms in Water Polo. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 2, p. 406–413, fev. 2020.
- BUCHHEIT, M. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? **Frontiers in Physiology**, v. 5, p. 73, 2014.
- CARROLL, T. J.; TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. **Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise** **Journal of Applied Physiology**, 2017.
- CETOLIN, T. et al. Training Loads and RSA and Aerobic Performance Changes During the Preseason in Youth Soccer Squads. **Journal of Human Kinetics**, v. 65, n. 1, p. 235–248, 31

dez. 2018.

COHEN, J. **Statistical power: analysis for the behavioural sciences**. New York: Academic Press. [s.l.: s.n.].

COSTILL, D. L. et al. Lipid metabolism in skeletal muscle of endurance-trained males and females. **Journal of Applied Physiology Respiratory Environmental and Exercise Physiology**, 1979.

COSTILL, D. L. et al. Effects of reduced training on muscular power in swimmers. **Physician and Sportsmedicine**, v. 13, n. 2, p. 94–101, 1985.

COUTTS, A. et al. Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. **International journal of sports medicine**, v. 28, n. 2, p. 116–24, fev. 2007a.

COUTTS, A. J. et al. Monitoring for overreaching in rugby league players. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 3, p. 313–324, 2007b.

COUTTS, A. J.; WALLACE, L. K.; SLATTERY, K. M. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 2, p. 125–134, 2007.

D'ERCOLE, A. A. et al. Technical, perceptual and motor skills in novice-expert water polo players: An individual discriminant analysis for talent development. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 12, p. 3436–3444, 2013.

D'ERCOLE, C. et al. High intensity training for faster water polo. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 52, n. 3, p. 229–236, 2012.

DE LACEY, J. et al. The Effects of Tapering on Power-Force-Velocity Profiling and Jump Performance in Professional Rugby League Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 12, p. 3567–3570, 2014.

DOPSAJ, M.; MADIĆ, D.; OKIČIĆ, T. the Assessment of the Acquisition of Various Crawl Style Modes in Water Polo Players With Respect To Age and Competitive Levels. / Procena Usvojenosti Različitih Modaliteta Plivanja Kraul Tehnike Kod Vaterpolista U Funkciji Uzrasta I Takmičarskog Nivoa. **Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport**, v. 5, n. 2, p. 109–120, 2007.

DRESSENDORFER, R. H. et al. Performance enhancement with maintenance of resting immune status after intensified cycle training. **Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine**, v. 12, n. 5, p. 301–7, 2002.

DUPUY, O. et al. Effect of overreaching on cognitive performance and related cardiac autonomic control. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 24, n. 1, p. 234–42, 2014.

ESCO, M.; FLATT, A.; NAKAMURA, F. Initial Weekly HRV Response is Related to the Prospective Change in VO₂max in Female Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 06, p. 436–441, 4 abr. 2016.

F. AGOSTINHO, M. et al. Monitoring internal training load and salivary immuneendocrine responses during an annual judo training periodization. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 13, n. 1, p. 68–75, 27 fev. 2017.

FEDERATION INTERNATIONAL NATATION ASSOCIATION. **No Title**. Disponível em: <<https://www.fina.org/content/fina-rules-regulations>>. Acesso em: 1 jan. 2015.

FIGUEIREDO, D. H. et al. Effect of Overload and Tapering on Individual Heart Rate Variability, Stress Tolerance, and Intermittent Running Performance in Soccer Players during a Preseason. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2019.

FLATT, A. A.; HORNIKEL, B.; ESCO, M. R. Heart rate variability and psychometric responses to overload and tapering in collegiate sprint-swimmers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 6, p. 606–610, 2017.

FLATT, A. A.; HOWELLS, D. Effects of varying training load on heart rate variability and running performance among an Olympic rugby sevens team. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 2, p. 222–226, fev. 2019.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 30, n. 7, p. 1164–8, jul. 1998.

FRASE, A.; HOHMANN, R. **Analysis of swimming speed and energy metabolism in competitive water polo games. Swimming science VI: biomechanics and medicine in swimming**. E& FN Spon, London, 1992.

FRY, A. C.; KRAEMER, W. J.; RAMSEY, L. T. Pituitary-adrenal-gonadal responses to high-intensity resistance exercise overtraining. **Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 6, p. 2352–2359, 1998.

FRY, R. W. et al. Biological responses to overload training in endurance sports. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 64, n. 4, p. 335–344, 1992.

HALSON, S. L. et al. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. **Journal of applied physiology**, v. 93, n. 3, p. 947–956, 2002.

HALSON, S. L. et al. Immunological responses to overreaching in cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 5, p. 854–861, 2003.

HASEGAWA, Y. et al. Planned Overreaching and Subsequent Short-term Detraining Enhance Cycle Sprint Performance. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 666–671, 2015.

HAUSSWIRTH, C. et al. Evidence of disturbed sleep and increased illness in overreached endurance athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 5, p. 1036–1045, 2014.

HEDELIN, R. et al. Short-term overtraining: Effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 8, p. 1480–1484, 2000.

HOLLANDER, A. P.; DUPONT, S. H. J.; VOLKERIJK, S. M. Physiological Strain during Competitive Water Polo Games and Training. In: **Medicine and Sport Science**. [s.l: s.n.]. p. 178–185.

HOUMARD, J. A. et al. The effects of taper on performance in distance runners. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 26, n. 5, p. 624–631, 1994.

HUG, B. et al. Tapering for Marathon and Cardiac Autonomic Function. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 08, p. 676–683, 4 mar. 2014.

IELLAMO, F. et al. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. **Circulation**, v. 105, n. 23, p. 2719–2724, 2002.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Validity of a repeated-sprint test for football. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 11, p. 899–905, 2008.

ISHAK, A.; HASHIM, H. A.; KRASILSHCHIKOV, O. The effects of modified exponential tapering technique on perceived exertion, heart rate, time trial performance, VO_{2max} and power output among highly trained junior cyclists. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 9, 2016.

JEUKENDRUP, A. E. et al. Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. **Int J Sports Med**, v. 13, n. 7, p. 534–541, 1992.

JOHNS, R. A. et al. Effects of Taper on Swim Power, Stroke Distance, and Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 24, n. 10, p. 1141–1146, 1992.

KALVA-FILHO, C. A. et al. Relationship between aerobic and anaerobic parameters from 3-minute all-out tethered swimming and 400-m maximal front crawl effort. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 1, p. 238–245, 2015.

KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P.; RAGLIN, J. S. Mood state monitoring of training and recovery in elite kayakers. **European Journal of Sport Science**, v. 6, n. 4, p. 245–253, 2006.

KIRWAN, J. P. et al. Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, n. 3, p. 255–259, 1988.

KRAEMER, W. J. et al. Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 1, p. 121–128, 2004.

KREHER, J. B. Diagnosis and prevention of overtraining syndrome: an opinion on education strategies. **Open Access Journal of Sports Medicine**, v. Volume 7, p. 115–122, 2016.

LABORDE, S.; MOSLEY, E.; THAYER, J. F. **Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research - Recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting** *Frontiers in Psychology*, 2017.

LE MEUR, Y. et al. Evidence of parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 11, p. 2061–2071, 2013a.

LE MEUR, Y. et al. Evidence of parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 11, p. 2061–2071, 2013b.

LE MEUR, Y. et al. Maximal exercise limitation in functionally overreached triathletes: role of cardiac adrenergic stimulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 3, p. 214–222, 2014.

LE MEUR, Y.; HAUSSWIRTH, C.; MUJIK, I. **Tapering for competition: A review** *Science and Sports*, 2012.

LEHMANN, M. et al. Training - overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle- and long-distance runners. **British Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 4, p. 233–242, 1992a.

LEHMANN, M. et al. Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes? **International journal of sports medicine**, v. 13, n. 3, p. 236–242, abr. 1992b.

LUPO, C. et al. A physiological, time-motion, and technical comparison of youth water polo and Acquagoal. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. June 28, p. 823–831, 2009.

LUPO, C. et al. Women's water polo world championships: Technical and tactical aspects of winning and losing teams in close and unbalanced games. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 1, p. 210–222, 2014.

MAGLISCHO, E. W.; MAGLISCHO, E. W. **Swimming fastest**, 2003.

MARQUES, M. C. et al. EFFECTS OF TWO DIFFERENT TRAINING PROGRAMS WITH SAME WORKLOAD ON THROWING VELOCITY BY EXPERIENCED WATER POLO PLAYERS ¹, ². **Perceptual and Motor Skills**, v. 115, n. 3, p. 895–902, 2012.

MARRIER, B. et al. Supercompensation kinetics of physical qualities during a taper in team-sport athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 9, p. 1163–1169, 2017.

MARRIN, K AND BAMPOURAS, T. Anthropometric and physiological changes in elite female water polo players during a training year. **Serbian Journal of Sports Sciences**, v. 2, n. 3, p. 75–83, 2008.

MATOS, N. F.; WINSLEY, R. J.; WILLIAMS, C. A. Prevalence of Nonfunctional Overreaching/Overtraining in Young English Athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1287–1294, jul. 2011.

MCNAIR, D.; LORR, M.; DROPPLEMAN, L. **EDITS manual for the profile of mood states**. [s.l: s.n.].

MEEUSEN, R. et al. Diagnosing overtraining in athletes using the two-bout exercise protocol. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 9, p. 642–648, 1 jul. 2010.

MEEUSEN, R. et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the european college of sport science and the American College of Sports Medicine. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 1, p. 186–205, 2013.

MELCHIORRI, G. et al. Testing and Training of the Eggbeater Kick Movement in Water Polo: Applicability of a New Method. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, n. July 2016, 2015.

MELCHIORRI, G.; CASTAGNA, C.; SORGE, R. Game Activity and Blood Lactate in Men'S Elite Water-Polo Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2647–2651, 2010.

MEUR, Y. LE et al. A multidisciplinary approach to overreaching detection in endurance trained athletes. **J. Appl. Physiol.**, v. 114, n. 3, p. 411–420, 2013.

MILOSKI, B. et al. Seasonal Training Load Distribution of Professional Futsal Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 6, p. 1525–1533, 2016.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Yo-Yo intermittent recovery test performances within an entire football league during a full season. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 4, p. 315–327, 25 fev. 2014.

MOORE, C. A.; FRY, A. C. Nonfunctional overreaching during off-season training for skill position players in collegiate American football. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 793–800, 2007.

MORAES, H. et al. SIgA response and incidence of upper respiratory tract infections during intensified training in youth basketball players. **Biology of Sport**, 2017.

MORALES, J. et al. Use of heart rate variability in monitoring stress and recovery in judo athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 7, p. 1896–1905, 2014.

MOREIRA, A.; CAVAZZONI, P. B. Monitorando o treinamento através do Wisconsin upper respiratory symptom survey -21 e daily analysis of life demands in athletes nas versões em língua Portuguesa. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 20, n. 1, p. 109–119, 2009.

MUJIKA, I. et al. Physiological and performance responses to a 6-day taper in middle-distance runners: Influence of training frequency. **International Journal of Sports Medicine**, v. 23, n. 5, p. 367–373, 2002.

MUJIKA, I. et al. **Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes** *Sports Medicine*, 2004.

MUJIKA, I. Intense training: The key to optimal performance before and during the taper. . 2010, p. 24–31.

MUJIKA, I.; PADILLA, S. Scientific bases for precompetition tapering strategies. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 7, p. 1182–1187, 2003.

NAKAMURA, F. Y. et al. Ultra-short-term heart rate variability is sensitive to training effects in team sports players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 14, n. 3, p. 602–605, 2015.

NEARY, J. P. et al. The effects of a reduced exercise duration taper programme on performance and muscle enzymes of endurance cyclists. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 65, n. 1, p. 30–36, 1992.

NEARY, J. P.; MARTIN, T. P.; QUINNEY, H. A. Effects of Taper on Endurance Cycling Capacity and Single Muscle Fiber Properties. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 11, p. 1875–1881, 2003.

OTAEGI, A.; LOS ARCOS, A. Quantification of the Perceived Training Load in Young Female Basketball Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 2, p. 559–565, fev. 2020.

PAPACOSTA, E.; GLEESON, M.; NASSIS, G. P. Salivary hormones, IgA, and performance during intense training and tapering in judo athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2013.

PAPACOSTA, E.; NASSIS, G. P. **Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science** *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2011.

PAPOTI, M. et al. Effects of taper on swimming force and swimmer performance after an experimental ten-week training program. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p. 538–542, 2007.

PEAKE, J. M. et al. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 3, p. 559–570, 2017.

PLATANOU, T. On-water and dryland vertical jump in water polo players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 45, n. 1, p. 26–31, 2005.

PLATANOU, T. Cardiovascular and metabolic requirements of water polo. **Serbian journal of sports sciences**, v. 3, n. 1–4, p. 85–97, 2009.

PLATANOU, T.; GELADAS, N. The influence of game duration and playing position on intensity of exercise during match-play in elite water polo players. **Journal of sports sciences**, v. 24, n. 11, p. 1173–1181, 2006.

PLEWS, D. J. et al. Heart-rate variability and training-intensity distribution in Elite rowers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 6, p. 1026–1032, 2014.

POWELL, J. et al. Salivary and serum cortisol levels during recovery from intense exercise and prolonged, moderate exercise. **Biology of Sport**, v. 32, n. 2, p. 91–95, 2015.

RAGLIN, J. et al. Training Practices and Staleness in 13–18-Year-Old Swimmers: A Cross-Cultural Study. **Pediatric Exercise Science**, v. 12, n. 1, p. 61–70, fev. 2000.

RAGLIN, J. S. et al. Mood, neuromuscular function, and performance during training in female swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 28, n. 3, p. 372–377, 1996.

RIETJENS, G. J. W. M. et al. Physiological, biochemical and psychological markers of strenuous training-induced fatigue. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 1, p. 16–26, 2005.

ROWNTREE, D. **Statistics without tears : a primer for non-mathematicians**. New York: Scribner, 1981.

SCHMITT, L. et al. Fatigue Shifts and Scatters Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes. **PLoS ONE**, v. 8, n. 8, 2013.

SCHNEIDER, C. et al. Heart Rate Monitoring in Team Sports - A Conceptual Framework for Contextualizing Heart Rate Measures for Training and Recovery Prescription. **FRONTIERS IN PHYSIOLOGY**, v. 9, maio 2018.

SHEPLEY, B. et al. Physiological effects of tapering in highly trained athletes. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, p. 706–711, 1992.

SKOVGAARD, C. et al. Effect of tapering after a period of high-volume sprint interval training on running performance and muscular adaptations in moderately trained runners. **Journal of Applied Physiology**, p. jap.00472.2017, 2017.

SMITH, H. K. Applied physiology of water polo. **Sports medicine**, v. 26, n. 5, p. 317–334, 1998.

SNYDER, A. C. **Overtraining and glycogen depletion hypothesis**. Medicine and Science in Sports and Exercise. **Anais...**1998

SPITTLER, J.; KEELING, J. Water Polo Injuries and Training Methods. **Current Sports Medicine Reports**, v. 15, n. 6, p. 410–416, 2016.

STANLEY, J.; PEAKE, J. M.; BUCHHEIT, M. **Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription** **Sports Medicine**, 2013.

SVENDSEN, I. S. et al. Impact of intensified training and carbohydrate supplementation on immunity and markers of overreaching in highly trained cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 5, p. 867–877, 2016.

TAN, F. H. Y.; POLGLAZE, T.; DAWSON, B. Reliability of an In-Water Repeated-Sprint Test for Water Polo. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 1, p. 117–120, 2010.

TAN, F.; POLGLAZE, T.; DAWSON, B. Activity profiles and physical demands of elite women's water polo match play. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 10, p. 1095–1104, 2009.

TASK FORCE. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Eur. Heart J.**, v. 17, p. 354–381, 1996.

THOMAS, L.; BUSSO, T. A theoretical study of taper characteristics to optimize performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 9, p. 1615–1621, 2005.

TIERNAN, C. et al. Salivary IgA as a Predictor of Upper Respiratory Tract Infections and Relationship to Training Load in Elite Rugby Union Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 3, p. 782–790, mar. 2020.

TRAPPE, S.; COSTILL, D.; THOMAS, R. Effect of swim taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, p. 48–56, 2001.

ULJEVIC, O.; ESCO, M. R.; SEKULIC, D. **Reliability, validity and applicability of isolated and combined sport-specific tests of conditioning capacities in top-level junior water polo athletes.** *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24169473>>

URHAUSEN, A. et al. Ergometric and psychological findings during overtraining: A long-term follow-up study in endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine*, v. 19, n. 2, p. 114–120, 1998.

URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.; KINDERMANN, W. **Blood Hormones as Markers of Training Stress and Overtraining** *Sports Medicine*, 1995.

UUSITALO, A. L. T. et al. Hormonal responses to endurance training and overtraining in female athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 8, n. 3, p. 178–186, 1998.

UUSITALO, A. L. T.; UUSITALO, A. J.; RUSKO, H. K. Heart rate and blood pressure variability during heavy training and overtraining in the female athlete. *International Journal of Sports Medicine*, v. 21, n. 1, p. 45–53, 2000.

VARAMENTI, E.; PLATANOU, T. Comparison of Anthropometrical, Physiological and Technical Characteristics of Elite Senior and Junior Female Water Polo Players: A Pilot Study. *The Open Sports Medicine Journal*, v. 2, n. 1, p. 50–55, 2008.

WILLIAMS, S. et al. Monitoring what matters: A systematic process for selecting training-load measures. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 12, p. 101–106, 2017.

ZARKADAS, P. C.; CARTER, J. B.; BANISTER, E. W. Modelling the effect of taper on performance, maximal oxygen uptake, and the anaerobic threshold in endurance triathletes. *Adv Exp Med Biol*, v. 393, p. 179–186, 1995.

ANEXO I

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O desenvolvimento do overreaching funcional é uma estratégia eficiente para melhorar a performance de nado em polo aquático após o período de polimento?

Pesquisador: Gabriel Motta Pinheiro Brisola

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 78657617.2.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.491.759

Apresentação do Projeto:

Apresenta-se adequado do ponto de vista teórico, metodológico e ético, acatando as exigências da resolução 466/12, do CNS.

Objetivo da Pesquisa:

Conforme informa o pesquisador no projeto, seu objetivo é "verificar os efeitos do desenvolvimento do estado de OR-F sobre o teste de habilidade de sprints repetidos específico para polo aquático e no teste de lactato mínimo em nado crawl após o período de polimento em atletas de polo aquático".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Descritos de forma adequada, tanto no projeto de pesquisa quanto nos termos TCLE e TALE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Adequada e apta à execução.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados, acatando as solicitações anteriormente feitas por este CEP.

Recomendações:

Nenhuma.

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
Bairro: CENTRO CEP: 17.033-360
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (14)3103-9400 Fax: (14)3103-9400 E-mail: cepesquisa@fc.unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO**



Continuação do Parecer: 2.491.759

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto considerado aprovado por estar em conformidade com os parâmetros legais, metodológicos e éticos analisados pelo colegiado deste CEP.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_982948.pdf	18/12/2017 11:03:12		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ESTUDO_2_TCLE.pdf	18/12/2017 11:02:32	Gabriel Motta Pinheiro Brisola	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ESTUDO_2_TALE.pdf	18/12/2017 11:02:20	Gabriel Motta Pinheiro Brisola	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ESTUDO_1_TCLE.pdf	18/12/2017 11:02:03	Gabriel Motta Pinheiro Brisola	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ESTUDO_1_TALE.pdf	18/12/2017 11:01:44	Gabriel Motta Pinheiro Brisola	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODEPESQUISA_FAPESP_FINAL.pdf	01/09/2017 15:46:20	Gabriel Motta Pinheiro Brisola	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO_CEP.pdf	01/09/2017 15:43:58	Gabriel Motta Pinheiro Brisola	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
 Bairro: CENTRO CEP: 17.033-360
 UF: SP Município: BAURU
 Telefone: (14)3103-9400 Fax: (14)3103-9400 E-mail: cepesquisa@fc.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



Continuação do Parecer: 2.491.759

BAURU, 08 de Fevereiro de 2018

Assinado por:
Mário Lázaro Camargo
(Coordenador)

ANEXO II

ESTUDO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12).

Você está sendo convidado a participar em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido por Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto.

A finalidade deste estudo é monitorar as sobrecargas de treinamento de uma equipe feminina de polo aquático durante uma temporada e verificar as respostas dessas sobrecargas sobre o desempenho esportivo, variáveis fisiológicas, estado de humor e incidência de sintomas de gripe.

Assim, durante a sua participação no estudo, você deverá além de manter a sua rotina habitual de treinamento de polo aquático, realizar avaliações físicas, fisiológicas e responder questionários periodicamente.

LOCAL DAS AVALIAÇÕES E TRANSPORTE

Todas as avaliações do presente projeto de pesquisa serão realizadas nas piscinas da Associação Bauruense de Desporto Aquáticos (ABDA), localizada na Avenida José Henrique Ferraz, 7-15 - Jardim Terra Branca, Bauru - SP, 17054-115. Para a realização dos procedimentos, as datas e horários serão previamente agendados, de modo que não prejudique a sua rotina de trabalho ou estudo. Caso as avaliações ocorram em horários diferentes ao horário habitual da sua rotina de treinamento e você necessite de transporte público, você poderá solicitar ressarcimento de despesas de transporte utilizados para chegar ao local da avaliação.

CRITÉRIO DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

No estudo, para garantirmos um grupo de participantes com características similar, só poderão participar atletas do sexo feminino, com idade ≥ 15 anos, mínimo de 2 anos de experiência competitiva na modalidade e que estejam registrados na Federação Aquática Paulista (FAP). Caso você realize faltas consecutivas aos treinos ou as avaliações que totalizem mais de 10% do treinamento realizado, sua participação no estudo será cancelada. No caso de eventual lesão ou desconforto muscular agudo decorrente que te impeça de continuar a realização dos treinamentos e avaliações, você também será excluído do estudo.

DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Você participante será avaliado fisicamente, fisiologicamente e responderá questionários de estado de humor e incidência de sintomas de gripe 5 vezes durante o primeiro semestre da temporada competitiva. Essas avaliações serão realizadas em períodos previamente planejados pela comissão técnica e de acordo com o calendário de competições. Portanto, as avaliações irão ocorrer a cada 45 dias aproximadamente. Além disso, todas as sessões de treinamento serão monitoradas, isso é, você irá relatar a sua percepção de esforço ao final de todo treinamento.

As avaliações físicas serão compostas por dois testes específicos de natação que irão fornecer informações relevantes sobre aptidão física de cada atleta que serão compartilhadas com a comissão técnica. O primeiro teste físico a ser realizado é chamado de teste de lactato mínimo. Esse teste é composto por um esforço máximo de 200 metros realizado em nado estilo crawl e por mais 5 esforços de 200 metros com velocidades progressivas realizados na sequência. O segundo teste físico a ser realizado é um teste composto pela execução de 6 *sprints* (esforços máximos) de 10 metros com descanso de 17 segundos entre cada *sprint*. Esse teste será repetido 4 vezes durante cada avaliação. Em ambos os testes serão realizadas coletas de uma pequena amostra de sangue (aproximadamente 2 gotas de sangue) do lóbulo da orelha para a análise do lactato sanguíneo. Todos esses procedimentos serão aplicados por um profissional capacitado e experiente, e todos os equipamentos utilizados para a coleta de sangue é esterilizado, descartável e será inutilizado após o uso individual.

As avaliações fisiológicas serão compostas por coletas da frequência cardíaca de repouso, coleta de sangue da veia e coleta de saliva. Todas essas avaliações irão fornecer indicações sobre as alterações orgânicas que podem ocorrer nas atletas durante uma temporada competitiva decorrentes das diferentes cargas de treinamento. As coletas de frequência cardíaca serão realizadas através de uma cinta posicionada sobre o tórax de cada participante. Para as coletas de sangue venoso, serão coletados aproximadamente 8 mL de sangue da veia antecubital (braço) por um profissional capacitado. Por fim, para as coletas salivares, as participantes deverão apenas salivar dentro um tubo estéril por 5 minutos.

O estado de humor e a incidência de sintomas de gripe de cada participante serão avaliados por meio de questionários que serão respondidos individualmente.

RISCOS E BENEFÍCIOS

Sabemos que todos esses procedimentos, principalmente as avaliações físicas, são aplicados rotineiramente em outras pesquisas e em equipes esportivas. Além disso, as sessões de

treinamento de polo aquático são compostas por esforços de alta intensidade, o que se assemelha com as avaliações físicas que serão realizadas. Portanto, os riscos das avaliações físicas são aqueles de uma rotina de treinamento do polo aquático, isto é, apesar de raro, há possibilidade de alterações orgânicas durante a realização de qualquer tipo de teste de esforço que podem ser respostas atípicas de pressão arterial, arritmias, desmaios, tonturas, lesões musculares e em raríssimas situações ataque cardíaco. Ainda, durante as coletas de sangue você poderá sentir uma ligeira dor no local da picada da agulha ou mesmo sensação de ardência. Entretanto, todos os procedimentos serão acompanhados por profissionais, que no caso de alguma ocorrência durante as avaliações estarão aptos à execução de técnicas de socorros urgência e transporte para unidade de socorro mais próxima. Isso também será válido para eventuais ocorrências que possam surgir após o término do estudo que sejam decorrentes de algum procedimento realizado durante as avaliações.

Em benefício a sua participação do estudo, todos os resultados de avaliação das físicas e das cargas de treinamento serão rapidamente repassados para a comissão técnica para auxiliar na prescrição dos treinamentos. Além disso, você poderá ter conhecimento sobre os resultados mais importantes dos estudos, os quais terão grande relevância para o âmbito esportivo.

INFORMAÇÕES FINAIS

Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade. Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo e os representantes do Comitê de Ética (caso necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

Todo material biológico coletado (sangue e tecido) será utilizado exclusivamente para a presente pesquisa e então devidamente descartado em local apropriado e inutilizado a partir de incineração por empresa especializada prestadora de serviços para UNESP/Bauru, de forma que NÃO será integrado a um banco de material biológico e NÃO será utilizado para outro fim.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para o orientador da pesquisa Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto, telefone (14) 3103-6082 ramal 9628, ou para o responsável da pesquisa Gabriel Motta Pinheiro Brisola, fone (14) 997428852. Em caso de Dúvidas e denúncias sobre questões éticas, entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da UNESP por e-mail: cepesquisa@fc.unesp.br, pelo telefone (14) 3103-

6075 ou no endereço - Seção Técnica Acadêmica da Faculdade de Ciências da Unesp na Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Bairro: Vargem Limpa. Bauru, SP. Você poderá solicitar uma indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Sua participação no estudo é voluntária e **não haverá compensação financeira**. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Caso isso ocorra, você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito e não será proibido de participar de novos estudos. Caso você não cumpra os procedimentos previstos ou atenda as exigências estipuladas, você poderá ser solicitado a sair do estudo.

Após estes esclarecimentos, convido-o a participar dessa pesquisa e solicito o seu consentimento de forma livre para participar da mesma, assinando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que será elaborado em duas vias, as quais uma ficará de posse do pesquisador responsável e a outra em sua posse. Portanto, você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Dados do participante da pesquisa:

Nome: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

E-mail: _____

Telefone: (____) _____

Bauru, ____ de _____ de 20____.

Assinatura do participante

Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto
Orientador da Pesquisa

Gabriel Motta Pinheiro Brisola
Pesquisador Responsável

ESTUDO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12).

Você está sendo convidado a participar em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido por Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto.

A finalidade deste estudo é verificar os efeitos de uma estratégia de treinamento composta pela realização de altas sobrecargas de treinamento em dias consecutivos sobre o desempenho esportivo em atletas de polo aquático. Além disso, o estudo se propõe a verificar as respostas desse treinamento sobre variáveis fisiológicas, estado de humor e incidência de sintomas de gripe.

Assim, durante a sua participação no estudo, você poderá realizar uma rotina temporária de treinamento de polo aquático um pouco diferente da sua rotina normal (ler a sessão “descrição dos procedimentos”). Além disso, você irá realizar avaliações físicas, fisiológicas e responder questionários periodicamente.

LOCAL DAS AVALIAÇÕES E TRANSPORTE

Todas as avaliações do presente projeto de pesquisa serão realizadas nas piscinas da Associação Bauruense de Desporto Aquáticos (ABDA), localizada na Avenida José Henrique Ferraz, 7-15 - Jardim Terra Branca, Bauru - SP, 17054-115. Para a realização dos procedimentos, as datas e horários serão previamente agendados, de modo que não prejudique a sua rotina de trabalho ou estudo. Caso as avaliações ocorram em horários diferentes ao horário habitual da sua rotina de treinamento e você necessite de transporte público, você poderá solicitar ressarcimento de despesas de transporte utilizados para chegar ao local da avaliação.

CRITÉRIO DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

No estudo, para garantirmos um grupo de participantes com características similar, só poderão participar atletas do sexo feminino, com idade ≥ 15 anos, mínimo de 2 anos de experiência competitiva na modalidade e que estejam registrados na Federação Aquática Paulista (FAP).

Caso você realize faltas consecutivas aos treinos ou as avaliações que totalizem mais de 10% do treinamento realizado, sua participação no estudo será cancelada. No caso de eventual lesão ou desconforto muscular agudo decorrente que te impeça de continuar a realização dos treinamentos e avaliações, você também será excluído do estudo.

DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Para que possamos responder o objetivo do estudo de forma satisfatória, os participantes do estudo deverão ser divididos em dois grupos que irão realizar treinamentos com cargas diferentes por 4 semanas. Um dos grupos irá manter a realização dos treinamentos convencional (aproximadamente 8 participantes) enquanto que o outro grupo irá realizar o treinamento com altas cargas (aproximadamente 17 participantes) por 2 semanas. Após as duas primeiras semanas, ambos grupos treinarão com sobrecargas de treinamento reduzida por mais duas semanas. A divisão dos grupos será realizada de modo aleatório, isso é, através de sorteio. Ainda, é importante ressaltar que essa estratégia de treinamento com sobrecargas altas é clássica e muito utilizada por diversos tipos modalidades esportivas, mas que ainda carece que pesquisas realizadas com alto controle.

Durante o estudo, além da realização dos treinamentos explicados anteriormente, você participante será avaliado fisicamente, fisiologicamente e responderá questionários de estado de humor e de incidência de sintomas de gripe 4 vezes. Essas avaliações irão ocorrer a cada 2 semanas. Além disso, todas as sessões de treinamento serão monitoradas durante o período de realização do estudo, isso é, você irá relatar a sua percepção de esforço ao final de todo treinamento.

As avaliações físicas serão compostas por dois testes específicos de natação que irão fornecer informações relevantes sobre aptidão física de cada atleta que serão compartilhadas com a comissão técnica. O primeiro teste físico a ser realizado é chamado de teste de lactato mínimo. Esse teste é composto por um esforço máximo de 200 metros realizado em nado estilo crawl e por mais 5 esforços de 200 metros com velocidades progressivas realizados na sequência. O segundo teste físico a ser realizado é um teste composto pela execução de 6 *sprints* (esforços máximos) de 10 metros com descanso de 17 segundos entre cada *sprint*. Esse teste será repetido 4 vezes durante cada avaliação. Em ambos os testes serão realizadas coletas de uma pequena amostra de sangue (aproximadamente 2 gotas de sangue) do lóbulo da orelha para a análise do lactato sanguíneo. Todos esses procedimentos serão aplicados por um profissional capacitado e experiente, e todos os equipamentos utilizados para a coleta de sangue é esterilizado, descartável e será inutilizado após o uso individual.

As avaliações fisiológicas serão compostas por coletas da frequência cardíaca de repouso, coleta de sangue da veia e coleta de saliva. Todas essas avaliações irão fornecer indicações sobre as alterações orgânicas que podem ocorrer nas atletas durante uma temporada

competitiva decorrentes das diferentes cargas de treinamento. As coletas de frequência cardíaca serão realizadas através de uma cinta posicionada sobre o tórax de cada participante. Para as coletas de sangue venoso, serão coletados aproximadamente 8 mL de sangue da veia antecubital (braço) por um profissional capacitado. Por fim, para as coletas salivares, as participantes deverão apenas salivar dentro um tubo estéril por 5 minutos.

O estado de humor e a incidência de sintomas de gripe de cada participante serão avaliados por meio de questionários que serão respondidos individualmente.

RISCOS E BENEFÍCIOS

Sabemos que todos esses procedimentos, tanto o treinamento com cargas altas como as avaliações físicas são aplicados rotineiramente em outras pesquisas e em equipes esportivas. Além disso, as sessões habituais de treinamento de polo aquático são geralmente compostas por esforços de alta intensidade, o que se assemelha com as avaliações físicas e com o treinamento com cargas altas que será realizado. Portanto, os riscos tanto das avaliações físicas como do treinamento proposto são aqueles inerentes a rotina de treinamento do polo aquático, isto é, apesar de raro, há possibilidade de alterações orgânicas como respostas atípicas de pressão arterial, arritmias, desmaios, tonturas, lesões musculares e em raríssimas situações ataque cardíaco. Durante as coletas de sangue você poderá sentir uma ligeira dor no local da picada da agulha ou mesmo sensação de ardência. Entretanto, todos os procedimentos serão acompanhados por profissionais, que no caso de alguma ocorrência durante as avaliações estarão aptos à execução de técnicas de socorros urgência e transporte para unidade de socorro mais próxima. Isso também será válido para eventuais ocorrências que possam surgir após o término do estudo que sejam decorrentes de algum procedimento realizado durante as avaliações.

Em benefício a sua participação do estudo, todos os resultados de avaliação das físicas e das cargas de treinamento serão rapidamente repassados para a comissão técnica para auxiliar na prescrição dos treinamentos. Além disso, você poderá ter conhecimento sobre os resultados mais importantes dos estudos, os quais terão grande relevância para o âmbito esportivo.

INFORMAÇÕES FINAIS

Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade. Se você concordar em participar do

estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo e os representantes do Comitê de Ética (caso necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

Todo material biológico coletado (sangue e tecido) será utilizado exclusivamente para a presente pesquisa e então devidamente descartado em local apropriado e inutilizado a partir de incineração por empresa especializada prestadora de serviços para UNESP/Bauru, de forma que NÃO será integrado a um banco de material biológico e NÃO será utilizado para outro fim.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para o orientador da pesquisa Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto, telefone (14) 3103-6082 ramal 9628, ou para o responsável da pesquisa Gabriel Motta Pinheiro Brisola, fone (14) 997428852. Em caso de Dúvidas e denúncias sobre questões éticas, entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da UNESP por e-mail: cepesquisa@fc.unesp.br, pelo telefone (14) 3103-6075 ou no endereço - Seção Técnica Acadêmica da Faculdade de Ciências da Unesp na Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Bairro: Vargem Limpa. Bauru, SP. Você poderá solicitar uma indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Sua participação no estudo é voluntária e **não haverá compensação financeira**. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Caso isso ocorra, você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito e não será proibido de participar de novos estudos. Caso você não cumpra os procedimentos previstos ou atenda as exigências estipuladas, você poderá ser solicitado a sair do estudo.

Após estes esclarecimentos, convido-o a participar dessa pesquisa e solicito o seu consentimento de forma livre para participar da mesma, assinando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que será elaborado em duas vias, as quais uma ficará de posse do pesquisador responsável e a outra em sua posse. Portanto, você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Dados do participante da pesquisa:

Nome: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

E-mail: _____

Telefone: (____) _____

Bauru, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do participante

Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto
Orientador da Pesquisa

Gabriel Motta Pinheiro Brisola
Pesquisador Responsável