



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Anderson Santiago Teixeira

**MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA E EXTERNA EM JOGADORES DE
FUTEBOL DE BASE DURANTE UMA TEMPORADA**

Florianópolis

2019

Anderson Santiago Teixeira

**MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA E EXTERNA EM JOGADORES DE
FUTEBOL DE BASE DURANTE UMA TEMPORADA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Educação Física da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do título de doutor em
Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci
Guglielmo

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Teixeira, Anderson Santiago

Monitoramento da carga interna e externa em jogadores
de futebol de base durante uma temporada / Anderson
Santiago Teixeira ; orientador, Luiz Guilherme Antonacci
Guglielmo, coorientador, Fábio Yuzo Nakamura, 2019.

119 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-Graduação em
Educação Física, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Composição corporal. 3. Desempenho
físico. 4. Jovens atletas. 5. Percepção subjetiva de esforço.
I. Guglielmo, Luiz Guilherme Antonacci . II. Nakamura,
Fábio Yuzo. III. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

Anderson Santiago Teixeira

**MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA E EXTERNA EM JOGADORES DE
FUTEBOL DE BASE DURANTE UMA TEMPORADA**

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Tiago Turnes
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Daniel Alexandre Boulosa Álvarez
Universidade de Brasília

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado
adequado para obtenção do título de doutor em Educação Física.

Prof.(a). Dr.(a) Kelly Samara da Silva
Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Orientador

Florianópolis, 2019

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Aparecida Santiago (*in memorian*) e Rogério José Teixeira, por todo amor, carinho, apoio e ensinamentos. Tudo que fiz e faço é pensando em vocês. Serei eternamente grato por todo esforço de vocês para que eu pudesse finalizar mais essa etapa da minha formação acadêmica e profissional. Amo muito vocês.

À minha família (Teixeira, Santiago, Mina e Valverde), por todo o amor e carinho que vocês me passam. Vocês sempre estarão em pensamento comigo.

À minha noiva, agradeço por toda a sua compreensão, ajuda, paciência e amor por mais esta etapa do Doutorado. Obrigado por estar ao meu lado desde a época da graduação, fazendo com que a vida seja mais alegre e tranquila.

Ao meu orientador e amigo professor Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, pela confiança desde o período da graduação e por oportunizar o ingresso e a conclusão do curso de doutorado em Educação Física. É um grande prazer trabalhar com o professor. Certamente continuaremos juntos nas próximas etapas acadêmicas. É admirável toda a sua atenção com seus alunos.

Aos amigos (as) e colegas do LAEF/BIOMECA/NUPEDEFF, gostaria de maneira geral agradecer todos os membros desses três grupos de pesquisas pelos mais de quatro anos de estudos, ensinamentos, reuniões científicas e trocas de experiências profissionais e pessoais. Deixo aqui um agradecimento especial aos membros do LAEF que estiveram efetivamente envolvidos comigo nos períodos de avaliações. Muito obrigado **Fernando Campos e Renan**.

Agradeço ao Luiz Rodrigo e Priscila C. Martins por todo o apoio durante as avaliações de composição corporal realizada no Laboratório de Antropometria da Nutrição. Vocês foram fundamentais. Obrigado por sempre apoiarem.

Aos membros da banca, deixo aqui meus agradecimentos por todas as sugestões e contribuições desde o processo de qualificação até a construção da versão final dessa tese de doutoramento.

Aos treinadores e demais membros da comissão técnica dos clubes que disponibilizaram os atletas. Agradeço por todo apoio, amizade, ajuda e confiança durante todo o período de avaliações. Também não posso deixar de agradecer imensamente todos os atletas pela parceria e seriedade durante as avaliações.

Ao meu coorientador e amigo professor Fábio Yuzo Nakamura, pelos inúmeros ensinamentos e contribuições para a minha formação. Lembro-me muito bem de uma simples conversa durante um *happy-hour* que tivemos em Londrina após um congresso local. Ali tive uma das melhores conversas acadêmicas em minha vida. Obrigado por confiar em mim e por ser referência.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFSC e seus docentes por oferecer toda a estrutura que um curso de Doutorado exige. Além disso, deixo meu agradecimento aos órgãos de fomento **CAPES e CNPq** pela concessão de bolsas de pesquisa aos demais colegas de pós-graduação.

RESUMO

O monitoramento das cargas de treinamento (CT) no futebol é essencial para acompanhar como os atletas estão respondendo ao programa de treinamento. Esta tese teve por objetivo verificar a distribuição das CT e o comportamento do estado de estresse e recuperação, do desempenho físico e da composição corporal ao longo de uma temporada competitiva em jogadores de futebol de diferentes categorias etárias. Participaram do presente estudo 35 adolescentes jogadores de futebol pertencentes às categorias Sub-13 (n=9), Sub-15 (n=14) e Sub-17 (n=12) de dois clubes de futebol profissional da cidade de Florianópolis. A carga interna de treinamento (CIT) foi registrada a partir do método da percepção subjetiva de esforço (PSE). A CIT foi quantificada diariamente. As sessões de treinamento foram classificadas em três zonas de intensidade: baixa intensidade (BI; $PSE \leq 4,0$ u.a.), intensidade moderada (IM; $4,0 > PSE < 7,0$ u.a.) e alta intensidade (AI; $PSE \geq 7,0$ u.a.). O estado de estresse e recuperação dos jogadores e os parâmetros de desempenho físico foram avaliados em quatro momentos distintos da temporada competitiva: início (M1) e final da pré-temporada (M2), final do período competitivo 1 (M3) e final do período competitivo 2 (M4). No entanto, as medidas de composição corporal foram avaliadas apenas nos momentos M1, M3 e M4. Os parâmetros de desempenho físico avaliados foram: a aptidão aeróbia (Teste de Carminatti [T-CAR]), a capacidade de *sprints* repetidos (RSA_{melhor} e $RSA_{\text{médio}}$) e a velocidade de *sprint* de 10 e 30 m. As medidas de composição corporal foram: a massa gorda [MG], a massa livre de gordura [MLG], a densidade mineral óssea [DMO] e o ângulo de fase [AF]. No estudo I, identificou-se maior CIT, volume de treinamento e tempo acumulado na zona de AI, e menor tempo nas zonas de BI e IM na pré-temporada que nos períodos competitivos nas categorias Sub-15 e Sub-17. O estado de estresse e recuperação dos atletas foi similarmente deteriorado ao longo da temporada em todas as categorias. As medidas de desempenho não mudaram ou pioraram em direção ao final do M4 nas categorias Sub-13 e Sub-17. Por outro lado, na categoria Sub-15, melhoras foram observadas para os tempos de *sprint* de 30 m, RSA_{melhor} e $RSA_{\text{médio}}$ entre o M1 e o M2, não sofrendo alterações até o final do M4. No estudo II, aumentos significativos na quantidade de MLG e DMO foram observados entre o M1 e M4, com maiores ganhos na categoria Sub-13. No estudo III, aumentos similares no AF foram observados em direção ao final do M4 em todas as categorias etárias. É possível concluir que a CT e o padrão de distribuição da intensidade de treinamento em adolescentes jogadores de futebol são dependentes da categoria etária e do período da temporada competitiva. Além disso, a CT acumulada ao longo da temporada provocou alterações negativas no estado de estresse e recuperação do atleta. Esses dois fatores em conjunto influenciaram as respostas adaptativas do atleta ao treinamento, especialmente em medidas de desempenho físico, mineralização óssea e integridade e saúde celular.

Palavras-chaves: Composição corporal. Desempenho físico. Jovens atletas. Percepção subjetiva de esforço. Relação dose-resposta.

ABSTRACT

Monitoring training load (TL) in soccer is essential to tracking how athletes are responding to the training program. This thesis aimed to verify the distribution of TL and to describe changes in stress and recovery, physical performance and body composition indicators during an entire season in soccer players of different age categories. Thirty-five adolescent soccer players belonging to the under-13 (U-13; n = 9), under-15 (U-15; n = 14) and under-17 (U-17; n = 12) categories of two professional soccer clubs took part of this study. The internal training load (ITL) was recorded from the session rating of perceived exertion (s-RPE) method. The ITL was quantified daily. The training intensity distribution was classified in three intensity zones: low intensity (LI; $RPE \leq 4.0$ ua), moderate intensity (MI; $4.0 > RPE < 7.0$ ua) and high intensity. (HI; $RPE \geq 7.0$ ua). Players' stress and recovery status and physical performance parameters were evaluated at four different times of the competitive season: beginning (M1) and end of the preseason (M2), end of competitive period 1 (M3) and end of competitive period 2 (M4). However, body composition measurements were evaluated only at times M1, M3 and M4. The physical performance parameters evaluated were: aerobic fitness (Carminatti Test [T-CAR]), repeated sprint ability (RSA_{best} and RSA_{mean}) and 10 m and 30 m sprint times. Body composition measures were: fat mass [FM], fat free mass [FFM], bone mineral density [BMD] and phase angle [PhA]. In study I, it was identified higher ITL, training volume and time spent in the HI zone, and shorter time in the LI and MI zones in the preseason than in the in-season phases in the U15 and U17 categories. Stress and recovery indicators were similarly deteriorated throughout the season in all categories. Physical performance measures were unchanged or impaired towards the end of the M4 in the U-13 and U-17 categories. On the other hand, in the U-15 category, improvements were observed for the sprint times of 30 m, RSA_{best} and RSA_{mean} between M1 and M2, remaining unchanged until the end of M4. In study II, significant increases in the amount of MLG and BMD were observed between M1 and M4, with larger gains in the U-13 category, especially in the lower limbs, femur and lumbar spine. In study III, similar increases in PhA were observed between M1 and M4 in all age categories. It can be concluded that TL and training intensity distribution pattern in adolescent soccer players are dependent on the age category and the period of the competitive season. In addition, the TL accumulated during the entire season can cause negative changes in the athlete's stress and recovery state. Thus, it is possible to suggest that both TL and state of stress and recovery can influence the athlete's adaptive responses to training, especially in measures of physical performance, bone mineralization, and cellular health and integrity.

Key-words: Body composition. Dose-response. Physical performance. Rating of perceived exertion. Youth athletes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Descrição das avaliações realizadas ao longo da temporada.	43
Figura 2. Distribuição dos conteúdos de treinamento por categoria (Sub-13, Sub-15 e Sub-17) durante a temporada inteira.	51
Figura 3. Estatística descritiva (média \pm dp) dos valores da CT semanal total (CTST) em cada semana durante a pré-temporada, período competitivo 1 e período competitivo 2 nas categorias Sub-13 (painel superior), Sub-15 (painel intermediário) e Sub-17 (painel inferior).....	53
Figura 4. Padrão de distribuição do volume de treinamento geral nas diferentes zonas de intensidade em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17) durante a pré-temporada (painel A), período competitivo 1 (painel B), período competitivo 2 (painel C) e temporada inteira (painel D).....	55
Figura 5. Carga de treinamento semanal média (painel A), PSE da sessão (painel B) e duração das sessões de treino (painel C) em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17) nas diferentes fases da temporada.....	56
Figura 6. Valores descritivos (média \pm dp) para as variáveis de sprint de 10 m (painel A) e 30 m (painel B), melhor tempo (painel C) e tempo médio (painel D) no teste de sprints repetidos, e PV_{T-CAR} (painel E) nos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).	60
Figura 7. Comparação dos Δ das medidas de estatura, massa corporal, MG, MLG e DMO entre as categorias etárias (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva (média \pm dp) para as medidas do estado de estresse e recuperação nos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).....	58
Tabela 2. Correlações de Pearson entre as mudanças no estado de estresse e recuperação derivadas do questionário REST-Q durante a pré-temporada e ao final do período competitivo 2 com diferentes indicadores de CT.	61
Tabela 3. Correlações de Pearson entre as mudanças nas medidas de desempenho físico durante a pré-temporada e ao final do período competitivo 2 com diferentes indicadores de CT e estado de estresse e recuperação.....	61
Tabela 4. Estatística descritiva (média \pm dp) para as medidas de massa corporal, massa gorda, massa livre de gordura e densidade mineral óssea (DMO) de corpo inteiro e diferentes regiões e segmentos do corpo nos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).	64
Tabela 5. Análises de correlação de Pearson entre o Δ da DMO do corpo inteiro e de diferentes regiões e segmentos do corpo com o Δ da MLG, $\Delta \Sigma$ Recuperação, $\Delta \Sigma$ Estresse e CT acumulada no ano em cada categoria etária.....	66
Tabela 6. Estatística descritiva (média \pm dp) para as medidas de distribuição de fluidos e de integridade e saúde celular nos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).....	68
Tabela 7. Análises de correlação de Pearson do Δ do AF com as mudanças nas medidas de distribuição de fluidos, resistência, reatância e indicadores de CT.	69
Tabela 8. Análise de correlação parcial entre o AF e as medidas de desempenho físico ajustando para os efeitos da idade, MLG e MG durante a pré-temporada, período competitivo 1 e período competitivo 2.	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	-	Água Corporal Total
AEC	-	Água Extracelular
AF	-	Ângulo de Fase
AI	-	Alta Intensidade
AIC	-	Água Intracelular
BI	-	Baixa Intensidade
BIA	-	Bioimpedância Elétrica
CET	-	Carga Externa de Treinamento
CIT	-	Carga Interna de Treinamento
CMJ	-	CounterMovement Jump
CMO	-	Conteúdo Mineral Ósseo
CSR	-	Capacidade de Sprints Repetidos
CT	-	Carga de Treinamento
CTST	-	Carga de Treinamento Semanal Total
CV	-	Coefficiente de Variação
DMO	-	Densidade Mineral Óssea
DXA	-	Absorciometria por dupla emissão de raios-x
IM	-	Intensidade Moderada
MG	-	Massa Gorda
MLG	-	Massa Livre de Gordura
ORNF	-	Overreaching Não Funcional
OT	-	Overtraining
PSE	-	Percepção Subjetiva de Esforço
PVCE	-	pico de velocidade do crescimento em estatura
R	-	Resistência
<i>REST-Q</i>	-	<i>Recovery–Stress Questionnaire for Athletes</i>
RSA	-	Capacidade de <i>Sprints</i> Repetidos
SJ	-	Squat Jump
T-CAR	-	Teste de Carminatti

- X_c - Reatância
- Δ - Delta de mudança
- Σ - Somatório

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização do Problema	16
1.2 Objetivo geral da Tese	21
1.2.1 Estudo I.....	21
1.2.1.1 Objetivo Geral	21
1.2.1.2 Objetivos Específicos	21
1.2.1.3 Hipóteses	22
1.2.2 Estudo II:	22
1.2.2.1 Objetivo Geral	22
1.2.2.2 Objetivos Específicos	22
1.2.2.3 Hipóteses	23
1.2.3 Estudo III:	23
1.2.3.1 Objetivo Geral	23
1.2.3.2 Objetivos Específicos	23
1.2.3.3 Hipóteses	23
1.3 Justificativa.....	24
1.4 Delimitação do Estudo	24
2. REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1 Monitoramento da Carga de Treinamento Em Jovens Atletas	25
2.1.2 Estudos monitorando a CET em jovens atletas	27
2.1.2 Estudos monitorando a CIT em jovens atletas	29
2.2 Impacto da temporada esportiva sobre os parâmetros físicos e psicométricos em jovens atletas	31

2.2.1 Dinâmica do estado de estresse e recuperação	32
2.2.2 Percepção de bem-estar	34
2.2.3 Desempenho físico	35
2.3 Prática esportiva e saúde óssea.....	37
3. MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 Estudos I.....	41
3.1.1 Caracterização da Pesquisa.....	41
3.1.2 Participantes	42
3.1.3 Delineamento da Pesquisa.....	42
3.1.4 Descrição das Sessões de Treino.....	43
3.1.5 Controle da Carga Interna de Treinamento (CIT).....	44
3.1.6 Classificação da Intensidade das Sessões de Treino	44
3.1.7 Avaliação do estado de estresse e recuperação	45
3.1.8 Avaliação do Teste de Carminatti (T-CAR).....	45
3.1.9 Avaliação da Capacidade de Sprints Repetidos (<i>RSA</i>).....	45
3.1.10 Avaliação da Velocidade.....	46
3.1.11 Análise Estatística	46
3.2 Estudo II	47
3.2.1 Avaliação da Composição Corporal.....	47
3.2.2 Análise Estatística	48
3.3 Estudo III	49
3.3.1 Avaliação da Bioimpedância Elétrica (BIA).....	49
3.3.2 Análise Estatística	50
4. RESULTADOS	51
4.1 Estudo I.....	51

4.2 Estudo II	62
4.3 Estudo III	67
5. DISCUSSÃO	70
5.1 Estudo I.....	70
5.2 Estudo II	77
5.3 Estudo III	83
6. CONCLUSÕES.....	89
REFERÊNCIAS	91
ANEXOS	109

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Problema

Modelos para o desenvolvimento esportivo de jovens atletas em longo prazo têm sido propostos na literatura (BALYI et al., 2005; FORD et al., 2011; LLOYD; OLIVER, 2012). Nesse sentido, muita atenção tem sido destinada ao processo de estruturação do treinamento esportivo em jovens atletas (GABBETT et al., 2014; MURRAY, 2017). Originalmente, o objetivo de todo programa de treinamento é maximizar as respostas positivas ao treino (aumentar desempenho) e minimizar as consequências negativas do treino (fadiga, lesão e *overtraining*) durante a temporada esportiva (SMITH, 2003). Para que essas adaptações positivas sejam alcançadas, a aplicação da carga de treinamento (CT) deve ser realizada de forma correta, e seguida por um período de recuperação adequado (KELLMANN et al., 2018). Em geral, assume-se que as adaptações induzidas pelo treinamento são relacionadas com a carga interna de treinamento (CIT), a qual indica o nível de estresse psicofisiológico imposto ao organismo do atleta (IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Dessa forma, o monitoramento individualizado da CIT tem sido essencial para avaliar as respostas do atleta a uma determinada dose de treinamento (BOURDON et al., 2017).

No contexto dos esportes coletivos, compreender essa relação dose-resposta torna-se um grande desafio, pois os atletas são submetidos a um mesmo estímulo de treinamento (carga externa de treinamento – CET). Na prática, é comum a realização de atividades em grupo durante as sessões de treinamento para o aprimoramento dos fundamentos técnico-táticos, e que naturalmente podem gerar uma diferente CIT para cada um dos atletas (ALEXIOU; COUTTS, 2008; IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005). Particularmente no futebol, a relação dose-resposta entre as métricas de CT (CIT e CET) e as mudanças nos indicadores de capacidade física relacionada ao desempenho no jogo tem sido foco de muitos pesquisadores e profissionais da área (AKUBAT et al., 2012; ARCOS et al., 2015; CLEMENTE et al., 2019; FIGUEIREDO et al., 2019; FITZPATRICK; HICKS; HAYES, 2018; GIL-REY; LEZAUN; LOS ARCOS, 2015; MANZI et al., 2013; RABBANI et al., 2019).

No futebol, a análise dessa relação dose-resposta ocorre a partir do monitoramento da CT e dos indicadores de desempenho físico (CASTAGNA et al., 2011, 2013). Entre as diversas alternativas para monitorar a CT, o método da percepção subjetiva de esforço (PSE) da sessão tem sido uma ferramenta amplamente usada para quantificar a CIT em atletas adultos e jovens

(BOURDON et al., 2017; FOSTER et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2004). A PSE da sessão é um método prático, barato, reprodutível e eficaz para quantificar a CIT (BOURDON et al., 2017; FOSTER et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2004). Especialmente no futebol de base/formação, sabendo-se que nem todos os clubes têm recursos financeiros para a aquisição de frequencímetros e GPS para a análise de outros indicadores da CT, o método da PSE da sessão passar ter maior relevância ainda devido a sua alta aplicabilidade nesses contextos.

A organização e distribuição adequada da CT ao longo da temporada inteira, seja na fase de pré-temporada ou nos períodos competitivos, torna-se essencial para se induzir adaptações positivas com o processo de treinamento (BOURDON et al., 2017). Diversos estudos têm descrito a distribuição da CT em atletas adultos de modalidades coletivas como futebol (CASTAGNA et al., 2011; MALONE et al., 2015), futsal (MILOSKI et al., 2015), voleibol (DEBIEN et al., 2018), futebol australiano (MOREIRA et al., 2015). No entanto, a quantidade de informações disponíveis sobre o padrão de distribuição da CT em jovens atletas ainda é menor que àquelas apresentadas na literatura com adultos. Dentro de uma perspectiva prática, uma das principais razões em analisar a distribuição da CT em jovens atletas, a qual pode diferir de atletas adultos, deve-se a diferença no calendário de competições entre base e profissional, e aos maiores tempos que os jovens atletas apresentam para treinar nas diferentes fases da temporada.

Particularmente no futebol de base, o qual envolve jovens adolescentes entre 10 e 18 anos de idade, existem estudos comparando as CT entre diferentes categorias etárias (CETOLIN et al., 2018; COUTINHO et al., 2015; WRIGLEY et al., 2012), assim como há estudos mostrando o padrão de distribuição da CT nesse público (FIGUEIREDO et al., 2019; WRIGLEY et al., 2012). Contudo, esses estudos prévios são limitados a períodos de tempo muito curtos (2 a 10 semanas de treinamento), geralmente acontecem em um único momento da temporada (pré-temporada ou período competitivo) e envolvem principalmente jovens atletas no processo final de formação esportiva (> 17-18 anos de idade). Isso mostra que estudos de acompanhamento longitudinal por períodos mais longos e em atletas mais jovens (abaixo dos 17 anos) ainda são relativamente escassos. Nesse sentido, futuros estudos investigando o padrão de distribuição das cargas de treinamento em adolescentes jogadores de futebol ao longo de uma temporada inteira, a qual contempla no mínimo mais de 30 semanas de treinamento, podem contribuir com a literatura adicionando novas informações sobre este tópico. Além disso, realizar a análise de diferentes categorias etárias, envolvendo jovens atletas no início, meio e fim do processo de formação

esportiva pode ser trazer informações práticas para compreender como treinadores e demais profissionais organizam e distribuem as CT em jovens jogadores que se encontram em diferentes fases do processo de formação esportiva.

Entretanto, o monitoramento isolado das CT sem o acompanhamento regular das respostas individuais ao treinamento por meio de diferentes indicadores de desempenho físico e composição corporal ou ainda sem analisar o impacto da CT no estado de estresse e recuperação do atleta pode comprometer todo o desenvolvimento físico do atleta ao longo do processo de treinamento (BRINK et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2013). Por isso, recomenda-se uma abordagem de monitoramento multivariado da resposta do atleta às CT, buscando maximizar as adaptações positivas ao treinamento e minimizar as adaptações negativas, lesões, quadros de *overreaching* não-funcional (ORNF) e sintomas de *overtraining* (OT) (BRINK et al., 2010; BUCHHEIT et al., 2013; KELLMANN et al., 2018; KELLMANN; GÜNTHER, 2000).

No caso do futebol, diversos protocolos de testes de campo, apesar da sua característica máxima e exaustiva (nem sempre bem aceito por alguns atletas), têm sido usados para avaliar a capacidade física específica ao futebol. Esses protocolos compreendem testes para avaliar a aptidão aeróbia, a capacidade de realizar *sprints* repetidos (*RSA*), a velocidade, a potência e a força muscular de membros inferiores. Vários estudos têm mostrado as modificações nessas medidas de capacidade física entre o início e o final da temporada esportiva em adolescentes jogadores de futebol (HAMMAMI et al., 2013; MORRIS et al., 2018; WRIGLEY et al., 2014). No entanto, esses trabalhos prévios não têm considerado o impacto das CT nas mudanças das diferentes capacidades físicas relacionadas com o futebol. Além disso, esses estudos anteriores avaliaram os jogadores apenas em dois momentos da temporada, não permitindo estabelecer o impacto da pré-temporada e temporada competitiva regular sobre as medidas de capacidade física.

Algumas evidências com o futebol têm indicado que quanto maiores as CT maiores as adaptações ao treinamento, especialmente para as medidas de aptidão aeróbia (AKUBAT et al., 2012; CASTAGNA et al., 2011, 2013; FITZPATRICK; HICKS; HAYES, 2018; MANZI et al., 2013; RABBANI et al., 2019). Por outro lado, estudos indicam que quanto maior a CT menores são os ganhos de desempenho anaeróbio (medidas velocidade e potência/força muscular) (ARCOS et al., 2015; GIL-REY; LEZAUN; LOS ARCOS, 2015) e mais recentemente até mesmo os ganhos de desempenho aeróbio (avaliado pelo Yo-Yo IR nível 1) (FIGUEIREDO et al., 2019). Essa inconsistência na literatura reforça a importância de novos estudos longitudinais que descrevam as

CT e analisem o impacto do padrão de distribuição das CT sobre importantes indicadores de desempenho físico em adolescentes jogadores de futebol por períodos de tempo mais longos.

Além das medidas de capacidade física, variáveis psicológicas são de fundamental importância para monitorar o nível de prontidão do atleta. O *REST-Q 76 SPORT*, questionário de estresse e recuperação para atletas, avalia de maneira sistemática o estado de estresse e recuperação do indivíduo mediante sua própria percepção (BRINK et al., 2010; KELLMANN; KALLUS, 2001). Estudos prévios têm mostrado que alterações nas escalas de estresse e recuperação ocorrem ao longo da temporada competitivas em atletas adultos (FAUDE et al., 2011) e adolescentes (BRINK et al., 2012) de futebol. Faude et al (2011) mostraram que os atletas que acumularam os maiores volumes de treinamento também apresentaram as maiores variações nos sintomas de estresse. Se o mesmo comportamento é visualizado em adolescentes jogadores de futebol ainda permanece a ser investigado. E pela relação dose-resposta positiva entre o volume de treino e o estado de estresse, é plausível sugerir que as variações no estado de estresse e recuperação ao longo da temporada podem ser distintamente afetadas em jovens de diferentes categorias etárias. Em teoria, os jogadores mais velhos podem apresentar maiores alterações nessas medidas psicométricas em relação aos seus companheiros mais jovens, uma vez que maiores CT e volume de treinamento são aplicados com o aumento da idade cronológica e especialização esportiva.

Estudos também mostram que a CT e as variações no estado de estresse e recuperação do atleta não afetam apenas o rendimento físico (FAUDE et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2019; FITZPATRICK; HICKS; HAYES, 2018; NOON et al., 2015), mas também importantes indicadores de composição corporal (AGOSTINETE et al., 2017; CLEMENTE et al., 2019; EXUPÉRIO et al., 2019; KOURY; TRUGO; TORRES, 2014; MARRA et al., 2016; TORRES et al., 2008). A absorciometria por dupla emissão de raios-x (DXA) tem sido um método consistente e válido para avaliação de importantes medidas como a quantidade de massa gorda (MG), massa livre de gordura (MLG) e densidade mineral óssea (DMO) (HELBA; BINKOVITZ, 2009). Além disso, a bioimpedância elétrica (BIA) tem sido uma metodologia alternativa para avaliação de indicadores de distribuição de fluidos (água corporal total [ACT], água intracelular [AIC] e água extracelular [AEC]) e de integridade e saúde celular (resistência [R], reatância [Xc] e ângulo de fase [AF]) (LUKASKI, 1987; NORMAN et al., 2012).

No que diz respeito a DMO, há evidências mostrando que baixos níveis de DMO podem estar associados com maiores incidências de lesões de fratura por estresse em atletas adultos e

adolescentes (TENFORDE et al., 2018). Além disso, a prática esportiva em modalidades coletivas, como o futebol, pode ser protetiva para prevenção de lesões de fratura por estresse na vida adulta (FREDERICSON; NGO; COBB, 2005). Esses relatos prévios mostram a importância de acompanhar o desenvolvimento da DMO em adolescentes jogadores de futebol, bem como compreender os fatores que podem influenciar as mudanças de DMO ao longo da temporada competitiva. É amplamente consolidado os benefícios da prática de futebol para o desenvolvimento ósseo durante o período da adolescência (UBAGO-GUISADO et al., 2019; VLACHOPOULOS et al., 2017b, 2018). Contudo, as características dos programas de treinamento de futebol, caracterizadas por altas CT e alterações no estado de estresse e recuperação do atleta (BRINK et al., 2012; GABBETT et al., 2014), podem mediar os ganhos de DMO em adolescentes jogadores de futebol. Por exemplo, a CT acumulada tem sido positivamente associada com os ganhos de DMO em meninas praticantes de ginasta artística (EXUPÉRIO et al., 2019), enquanto relações negativas tem sido observadas em nadadores do sexo masculino (AGOSTINETE et al., 2017). Ainda, estudos conduzidos com adultos e idosos saudáveis tem demonstrado que indicadores de estresse, avaliado subjetivamente (escalas) ou objetivamente (nível de cortisol), estão inversamente associados com os níveis de DMO (BEDFORD; BARR, 2010; CETIN; GÖKÇE-KUTSAL; CELIKER, 2001; DENNISON et al., 1999).

Ainda no contexto da composição corporal, o AF tem sido considerado um importante indicador da integridade e saúde celular em atletas adultos e adolescentes (KOURY; TRUGO; TORRES, 2014; MARRA et al., 2014, 2016; MASCHERINI et al., 2015; MELCHIORRI et al., 2018; SARDINHA, 2018). Estudos prévios mostram que o AF pode ser uma medida válida e sensível para identificar atletas com sinais de fadiga aguda (ou seja, desempenho comprometido) (MARRA et al., 2014, 2016; MELCHIORRI et al., 2018), bem como uma ferramenta para acompanhar o processo de recuperação da lesão muscular durante o período de tratamento clínico (NESCOLARDE et al., 2013). Embora, algumas evidências tenham indicado que rotinas de treinamento intensas em modalidades como futebol e basquetebol possam afetar negativamente o AF (KOURY; TRUGO; TORRES, 2014; TORRES et al., 2008), nenhum desses estudos tem investigado a relação direta das CT aplicadas com as mudanças no AF durante períodos competitivos em adolescentes jogadores de futebol.

Com base nos argumentos apresentados, a presente tese teve como tema central de investigação descrever o padrão de distribuição das CT em adolescentes jogadores de futebol de

diferentes categorias etárias, bem como investigar o impacto dessas CT em importantes indicadores de desempenho físico, estado de estresse e recuperação, e composição corporal ao longo de uma temporada competitiva.

1.2 Objetivo geral da Tese

Verificar a distribuição das cargas de treinamento e o comportamento do estado de estresse e recuperação, do desempenho físico e da composição corporal ao longo de uma temporada competitiva em jogadores de futebol de diferentes categorias etárias.

1.2.1 Estudo I

1.2.1.1 Objetivo Geral

Descrever o comportamento das cargas de treinamento, do estado de estresse e recuperação e do desempenho físico ao longo de uma temporada competitiva em jogadores de futebol de diferentes categorias etárias (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

1.2.1.2 Objetivos Específicos

- Comparar a CT acumulada durante a pré-temporada e nos períodos competitivos entre as categorias etárias.
- Comparar as mudanças nos componentes de desempenho físico durante a pré-temporada e nos períodos competitivos entre as categorias etárias.
- Comparar as mudanças no estado de estresse e recuperação durante a pré-temporada e nos períodos competitivos entre as categorias etárias.
- Verificar se há associação entre as mudanças nos parâmetros de desempenho físico com as medidas de CT acumulada e as variações no estado de estresse e recuperação.

1.2.1.3 Hipóteses

- A CT acumulada durante a pré-temporada e período competitivo será maior nas categorias com idades maiores (Sub-17 > Sub-15 > Sub-13).
- Os parâmetros de desempenho físico serão melhorados durante a pré-temporada e temporada competitiva nas três categorias competitivas. No entanto, os ganhos de desempenho serão maiores na categoria sub-13 comparado as categorias sub-15 e sub-17.
- O estado de estresse e recuperação avaliado por meio do questionário *REST-Q* serão afetados ao longo da temporada competitiva em todas as categorias etárias.
- As mudanças nos parâmetros de desempenho físico serão dependentes da CT acumulada e das variações no estado de estresse e recuperação.

1.2.2 Estudo II:

1.2.2.1 Objetivo Geral

Descrever o comportamento das medidas de composição corporal ao longo de uma temporada competitiva em jogadores de futebol de diferentes categorias etárias (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

1.2.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar as mudanças nas medidas de MG, MLG e DMO ao longo da temporada competitiva entre as diferentes categorias etárias.
- Verificar se há associação entre as mudanças nos parâmetros composição corporal com as medidas de CT acumulada e as variações no estado de estresse e recuperação.

1.2.2.3 Hipóteses

- A MG não sofrerá alterações ao longo da temporada em todas as categorias etárias;
- A MLG aumentará ao longo da temporada em todas as categorias, porém os ganhos serão maiores na categoria mais jovem.
- A DMO aumentará ao longo da temporada em todas as categorias, porém os ganhos serão maiores na categoria mais jovem.
- As mudanças na DMO serão dependentes da CT acumulada e das variações no estado de estresse e recuperação.

1.2.3 Estudo III:

1.2.3.1 Objetivo Geral

Descrever o comportamento de indicadores de saúde e integridade celular ao longo de uma temporada competitiva em jogadores de futebol de diferentes categorias etárias (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

1.2.3.2 Objetivos Específicos

- Comparar as mudanças nos seguintes indicadores de saúde e integridade celular (AF, *R* e *Xc*) ao longo da temporada competitiva entre as diferentes categorias etárias.
- Verificar se há associação entre as mudanças no AF com as medidas de CT acumulada e as variações nos indicadores de distribuição de fluidos.
- Verificar se há relação entre o AF e as medidas de desempenho físico nos diferentes momentos da temporada competitiva.

1.2.3.3 Hipóteses

- O AF aumentará ao longo da temporada competitiva em todas as categorias etárias, porém os ganhos serão maiores na categoria etária mais jovem.
- As mudanças no AF ao longo da temporada competitiva serão dependentes da CT acumulada.
- O AF será relacionado com as medidas de desempenho físico nos diferentes momentos da temporada competitiva;

1.3 Justificativa

É amplamente aceito na literatura que o monitoramento regular do processo de treinamento a partir de uma abordagem multidimensional é necessário e fornece dados relevantes que podem ser usados para orientar o processo de tomada de decisão dos treinadores e membros da comissão técnica (BOURDON et al., 2017; MURRAY, 2017). Apesar do crescente interesse em analisar e descrever o processo de treinamento anual de jogadores profissionais de diferentes esportes coletivos (MALONE et al., 2015; MILOSKI et al., 2015; MOREIRA et al., 2015), ainda são poucas as informações disponíveis na literatura sobre este tópico em jovens jogadores de futebol.

Dessa forma, a justificativa principal em analisar e descrever o processo de treinamento ao longo de uma temporada esportiva em adolescentes jogadores de futebol competindo em diferentes faixas etárias é avançar no conhecimento em relação a distribuição das cargas de treinamento nessa população pediátrica e seu impacto sobre diferentes medidas psicofisiológicas que podem interferir diretamente no rendimento esportivo.

O monitoramento em conjunto de medidas de carga de treino, estado de estresse e recuperação do atleta, percepção de bem-estar, desempenho físico e composição corporal ao longo da temporada esportiva podem trazer informações essenciais não somente a respeito do planejamento e organização do processo de treinamento nessa população de jovens jogadores de futebol, mas também sobre as variações que ocorrem ao longo da temporada esportiva nessas medidas psicofisiológicas. Isso poderá contribuir diretamente para o trabalho de treinadores e demais profissionais envolvidos no processo de estruturação do treinamento em jovens atletas.

1.4 Delimitação do Estudo

O presente estudo delimitou-se em descrever a distribuição das cargas de treinamento aplicadas e as mudanças sobre medidas de desempenho físico, composição corporal e psicológica em adolescentes jogadores de futebol das categorias Sub-13, Sub-15 e Sub-17.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Monitoramento da Carga de Treinamento Em Jovens Atletas

O treinamento físico pode ser descrito a partir dos seus resultados (adaptações) e processos (repetição sistemática do treino) (IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005). Por isso a organização do processo de treinamento esportivo se caracteriza pela aplicação regular e sistemática de cargas de treinamento de diferentes magnitudes (processos), tendo como propósito principal promover adaptações morfológicas, metabólicas e funcionais no organismo dos atletas (resultados), as quais, por sua vez, podem aumentar as possibilidades de incrementos no desempenho competitivo e, possivelmente, do sucesso competitivo (BUCHHEIT et al., 2013; COUTTS; WALLACE; SLATTERY, 2007). Por isso, é consenso entre profissionais (treinadores, preparadores físicos, fisiologistas e fisioterapeutas) e pesquisadores da área do esporte que o monitoramento e a quantificação diária da CT do atleta são fundamentais para essa organização global do processo de treinamento esportivo em jovens atletas e adulto (BOURDON et al., 2017). Entre as inúmeras razões que podem ser destacadas para sustentar a importância do monitoramento diário das cargas de treinamento podemos mencionar: (1) avaliar se de fato o atleta está se adaptando ao programa de treinamento elaborado, (2) compreender a resposta ao treinamento de forma individualizada, (3) avaliar o estado de fadiga do atleta e a necessidade de estratégias de recuperação, (4) minimizar o risco de adaptações indesejadas ao treinamento (redução do desempenho e desenvolvimento de lesões) (BOURDON et al., 2017; GABBETT et al., 2017).

De acordo com o modelo teórico apresentado por Impellizeri et al. (2004) e (2005), o processo de treinamento deve ser organizado a partir da inter-relação de três diferentes parâmetros: (1) CET, (2) CIT, e (3) respostas adaptativas decorrentes do treinamento. A CET compreenderia a prescrição do treinamento propriamente dita a partir da quantidade (volume), qualidade (intensidade) e organização do treinamento (IMPELLIZZERI et al., 2004; IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005). A CET, em conjunto com as características individuais do atleta, irá determinar a magnitude da CIT que, por sua vez, representa o nível de estresse psicofisiológico imposto ao organismo do atleta pelo treinamento proposto. Por último, as respostas adaptativas decorrentes do treinamento será um resultado crônico da CIT aplicada ao

atleta durante o processo de treinamento (IMPELLIZZERI et al., 2004; IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORÀ, 2005).

Em um recente posicionamento publicado na *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Bourdon et al. (2017) elencaram uma variedade de métodos e/ou ferramentas que podem ser utilizados pelos profissionais para monitorar e quantificar separadamente a CET e a CIT em diferentes modalidades esportivas (individuais vs. coletivas) e locais de atuação (laboratório vs. campo). Para monitorar a CET, podemos destacar algumas medidas como potência, velocidade, número de acelerações, distância percorrida, duração e frequência do treinamento. Em relação à quantificação da CIT, a literatura apresenta métodos baseados em medidas objetivas (e.g., resposta do lactato, frequência cardíaca, consumo de oxigênio) e àquelas de natureza subjetiva (e.g., PSE da sessão e questionários psicométricos).

Respostas inadequadas ao processo de treinamento podem representar um desafio para o desenvolvimento do talento de jovens atletas, bem como para a participação desses atletas em competição (CAPRANICA; MILLARD-STAFFORD, 2011). É importante ressaltar que essa população se apresenta em estágio de desenvolvimento nas dimensões fisiológica, psicológica e motora e, ainda assim, se encontra constantemente submetida a diferentes fontes de estresse, tanto no contexto esportivo (altas cargas de treinamento e pressão por resultados expressivos) quanto no contexto social (resultados escolares, relação familiar, convívio social) (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Portanto, a quantificação das cargas de treinamento e competição aliada à inclusão de outras ferramentas psicométricas em crianças e adolescentes, por ser um componente essencial na organização do processo de treino, também tem ganhado notoriedade no contexto de jovens atletas (CAPRANICA; MILLARD-STAFFORD, 2011; MURRAY, 2017). Por exemplo, recentes investigações com jovens jogadores de futebol tem demonstrado um maior número de lesões por trauma ou uso excessivo quando os meninos estão próximos ao período em que ocorre o pico de velocidade do crescimento em estatura (entre 13-14 anos em meninos) (VAN DER SLUIS et al., 2014, 2015). Por essa razão, a organização e o padrão de distribuição da carga de treino precisam ser individualizados levando em consideração as variações nos ritmos de crescimento e maturação biológica do jovem atleta, especialmente para garantir uma carreira esportiva mais longa ao jovem atleta (MURRAY, 2017). Além disso, o planejamento apropriado e o monitoramento regular da CT podem ser efetivos em prevenir perdas de dias de treinamento, o que é extremamente importante para o desenvolvimento técnico-físico do jovem atleta e permitir

uma exposição progressiva aos aumentos no volume de treinamento (MURRAY, 2017; VAN DER SLUIS et al., 2014).

2.1.2 Estudos monitorando a CET em jovens atletas

O monitoramento do processo de treinamento é considerado crucial para estabelecer diretrizes específicas para a competição e melhorar o desempenho dos atletas. A distância total percorrida e a caracterização dos *sprints* durante as sessões de treinamentos são medidas consideradas válidas para descrever a CET (BOURDON et al., 2017). Isso pode ser complementado por medidas de aceleração/desaceleração, mudanças de direção e a força dos impactos a partir da colisão entre jogadores ou contato com o solo após saltos (BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006).

Abade et al. (2014) monitoraram as sessões de treinamento de 151 jovens jogadores de futebol portugueses de três diferentes categorias etárias (Sub-15: n=46; Sub-17: n=66; Sub-19: n=29) durante 9 semanas de treinamento pertencentes à temporada competitiva. Esse estudo teve como objetivo descrever a CET (distância total percorrida, número de *sprints* e impactos corporais) avaliada por meio do uso de GPS e acelerômetros durante as sessões de treinamento regulares dessas equipes. Os resultados principais desse estudo mostraram que a distância total percorrida durante as sessões de treinamento é maior nas categorias etárias mais velhas (Sub-19: 4212 ± 935 m; Sub-17: 4648 ± 831 m) do que na categoria etária mais jovem (Sub-15: 3964 ± 725 m). Essa mesma tendência (Sub-19 = Sub-17 > Sub-15) foi observada para o número de *sprints* ($11,8 \pm 7,9$ vs. $16,4 \pm 8,2$ vs. $10,9 \pm 6,3$, respectivamente) e impactos corporais (613 ± 329 vs. 584 ± 363 vs. 490 ± 309). Além disso, um maior coeficiente de variação (%) para a distância total percorrida e número de *sprints* entre as sessões de treinamento foi observada na categoria sub-19 comparada as outras duas categorias mais jovens. Os autores justificaram a menor demanda fisiológica na categoria Sub-15 em função das sessões de treinamento focarem mais em atividades para desenvolvimento dos princípios táticos e habilidades técnicas. Por outro lado, a maior frequência de situações de jogo propriamente dito nas categorias sub-17 e sub-19 resultou em cargas externas de treinamento superiores e com maior variabilidade em relação aos jogadores sub-15 (ABADE et al., 2014).

Em um outro estudo com jovens jogadores de futebol portugueses, Coutinho et al. (2015) analisaram as variações ao longo de 1 semana de treinamento (microciclo) nas medidas de CET nas categorias etárias sub-15, sub-17 e sub-19. Nesse estudo de caráter observacional, os autores compararam a distância percorrida, número de *sprints* e impactos corporais em três momentos distintos do microciclo de treinamento: pós-jogo (1º treino da semana), meio da semana (média de todos os treinos da semana) e pré-jogo (último treino da semana). De maneira geral, na categoria sub-15, maiores distâncias totais relativas ($m \cdot \text{min}^{-1}$) e menos *sprints* e em distâncias mais curtas são observadas no momento pós-jogo e meio da semana comparado ao momento pré-jogo. Na categoria sub-17, um aumento progressivo na CET foi observado em direção ao final do microciclo de treinamento, com uma redução da CET (polimento) na última sessão de treino que antecede o jogo. De fato, valores mais baixos de distância total e distância percorrida em diferentes zonas absolutas de intensidade de corrida, impacto corporal e número de sprints são observados nos momentos pós-jogo e pré-jogo em relação ao meio da semana. Um padrão um pouco distinto foi observado na categoria sub-19 em relação a distribuição da CET durante o microciclo de treinamento. Um maior número de sprints, distância percorrida por *sprint*, distância total percorrida e número de impactos corporais foram encontradas no momento pós-jogo comparado ao meio da semana e pré-jogo (COUTINHO et al., 2015). Isso pode ser justificado pelo maior estímulo físico fornecido aos jogadores reservas, em particular nessa faixa etária (sub-19), no qual o enfoque na manutenção do condicionamento físico é maior do que o desenvolvimento de princípios táticos comparado às categorias etárias mais jovens.

No contexto de jovens atletas, foi possível observar que há um consenso entre treinadores e demais membros da comissão técnica, independente da faixa etária, em reduzir a CET na última sessão de treino que antecede a partida como estratégia de recuperação do atleta, minimizando o efeito da fadiga e otimizando o desempenho do atleta durante a competição (BOSQUET et al., 2007; SMITH, 2003). Esses dados destacam a utilidade em monitorar a CET durante as sessões de treinamento com o propósito de organizar o microciclo de treinamento de acordo com o período da competição e a necessidade de jovens jogadores em diferentes fases do processo de especialização esportiva. Por fim, é possível sugerir que estímulos físicos/fisiológicos mais intensos (maior CET) devem ser implementados no meio do microciclo, enquanto que a primeira e última sessão de treino do microciclo deve ser destinada a recuperação dos atletas e, por sua vez, aplicação de menores CETs (COUTINHO et al., 2015).

2.1.2 Estudos monitorando a CIT em jovens atletas

O monitoramento das cargas de treinamento aplicadas em atletas profissionais adulto usando uma perspectiva longitudinal tem sido amplamente recomendada (BOURDON et al., 2017), e alguns estudos recentes tem divulgado a distribuição das cargas de treinamento ao longo da temporada competitiva em esportes coletivos como *rugby* (MOREIRA et al., 2015), voleibol (DEBIEN et al., 2018) e futsal (MILOSKI et al., 2015). No contexto de jovens atletas, estudos recentes também têm descrito a variação das cargas de treinamento ao longo do período de pré-temporada e temporada competitiva (PHIBBS et al., 2017, 2018; WRIGLEY et al., 2012).

Wrigley et al. (2012) descreveram as cargas de treinamento semanais típicas de jovens jogadores ingleses de futebol sub-14, sub-16 e sub-18 ao longo de apenas duas semanas de treinamento no período competitivo. Nesse estudo, o valor médio da CIT semanal (baseada na PSE da sessão) em sessões de treinamento no campo foi progressivamente aumentada de acordo com a faixa etária ([Sub-14: 1643 ± 131 u.a.] = [Sub-16: 1892 ± 142 u.a.] < [Sub-18: 2464 ± 607 u.a]). A mesma tendência foi encontrada para a CIT semanal em sessões de treinamento na academia. Diferenças na distribuição da CIT entre as categorias competitivas foram também evidentes ao longo do microciclo de treinamento. Na categoria sub-18, maiores CIT diárias foram aplicadas nas primeiras sessões de treino do microciclo, com reduções graduais da CIT diária nas sessões de treino mais próximas ao jogo. Esse mesmo padrão não foi observado nas categorias sub-14 e sub-16, no qual mantiveram as cargas de treinamento altas durante todo o microciclo de treinamento.

Em um estudo de acompanhamento com jovens jogadores brasileiros de futebol, Cetolin et al. (2018) mostraram a CIT semanal acumulada ao longo de 8 semanas durante a pré-temporada em duas categorias etárias distintas (sub-15 e sub-19). Os resultados dessa investigação mostraram que a média da CIT semanal foi maior em jogadores sub-19 comparado ao sub-15. Enquanto as cargas de treinamento variaram entre 3,000 e 5,000 u.a na categoria sub-19, os valores de CT na categoria sub-15 variaram apenas entre 1,000 e 2,200 u.a (CETOLIN et al., 2018). Os jogadores mais velhos ($6,9 \pm 0,4$ u.a) também perceberam as suas sessões de treino como mais intensas que seus companheiros mais jovens ($5,3 \pm 0,4$ u.a) conforme demonstrado pelo valor médio de PSE (indicador de intensidade). Isso mostra que os aumentos relacionados à idade cronológica na CT global ocorrem não somente em função do aumento no volume de treinamento, mas também na intensidade das sessões de treinamento (WRIGLEY et al., 2012). Foi também observado nesse

estudo conduzido por Cetolin et al. (2018) um comportamento distinto entre as categorias etárias no padrão das cargas de treinamento. Para a categoria sub-19, nenhuma diferença foi observada para o valor de CIT semanal média das quatro semanas primeiras comparados as últimas quatro semanas de pré-temporada, indicando um comportamento linear e sem reduções na carga de treino ao longo do tempo. No entanto, para o grupo etário mais jovem (sub-15), uma redução na CIT semanal média das quatro primeiras semanas em relação as últimas quatro semanas de treinamento foi encontrada.

Dois recentes estudos realizados por Phibbs et al (2017) e (2018) tem mostrado o “caos organizado” em que adolescentes ($17,4 \pm 0,7$ anos) jogadores de *Rugby* treinam e competem durante a temporada competitiva (*in-season*). Em seu primeiro estudo, Phibbs et al. (2017) quantificaram a CIT semanal média (baseada no método da PSE) de jogadores de “elite” de *Rugby* de múltiplas equipes durante 10 semana de treinamento e examinaram as diferenças entre as posições (defesa [*back position*] e atacantes [*forward position*]). A CIT (1217 ± 364 u.a) e o volume de treinamento (301 ± 92 min, uma média de 60 min por dia) semanal foram considerados baixos pelos autores, apesar de existir uma ampla variabilidade inter- e intra-individual (em média 30%). Para ilustrar essa variabilidade, a CIT semanal média de um jogador chegou a variar entre 300 u.a e 1725 u.a, o que representou um coeficiente de variação intra-individual de 78%. Os autores apontam que essa grande variabilidade na distribuição da CIT poderia indicar que não existe uma estrutura de treinamento semanal típica para a maioria destes jogadores. Em relação às diferenças relacionadas à posição, a CIT semanal e o volume de treinamento foram similares entre as posições, existindo diferença apenas para a CET (distância total percorrida e distância percorrida em alta intensidade) em favor dos jogadores de defesa, que percorrem maiores distância em qualquer zona de intensidade de esforço, que seus companheiros do ataque.

No seu segundo estudo, Phibbs et al (2018) estabeleceram como objetivo determinar a variabilidade da CIT durante sessões de treinamento e jogos oficiais durante 14 semanas da temporada competitiva (*in-season*) e paralelamente investigar o efeito da frequência da partida dentro do microciclo de treinamento (sem jogo, 1, 2 ou 3 jogos) sobre a distribuição da CIT semanal. Para o seu primeiro objetivo de pesquisa, uma alta variabilidade inter- e intra-individual foi demonstrada para a CIT durante as sessões de treino e jogos oficiais. A variabilidade intra-individual (CV=37%) da CIT semanal total foi maior que a variabilidade inter-individual (CV=10%). Esse achado destaca que as CIT semanais de adolescentes jogadores de rugby variam

mais de semana a semana para o mesmo jogador, do que entre jogadores. Em relação ao segundo objetivo desse estudo, os autores mostraram que, ao contrário do que seria esperado (*i.e.*, redução da CIT semanal em semanas congestionadas), houve um aumento da CIT semanal de acordo com o aumento na frequência de jogos oficiais (exceto quando houve 3 jogos na semana) dentro do microciclo de treinamento. Tal achado pode indicar que a maior exposição ao treinamento em períodos congestionados de jogo seja mais focada na preparação do atleta para o jogo do que no desenvolvimento atlético em longo prazo.

Os resultados desses estudos mencionados acima trazem informações práticas relevantes para a melhor organização e gerenciamento da CIT no contexto de jovens atletas de diferentes modalidades e faixas etárias. No entanto, mais estudos com adolescentes atletas descrevendo e monitorando as CITs durante uma temporada competitiva inteira (acima de 30 semanas) são necessários. Estudos em adultos tem mostrado a distribuição das cargas de treinamento em atletas profissionais ao longo de uma temporada esportiva inteira (DEBIEN et al., 2018; MALONE et al., 2015; MILOSKI et al., 2015; MOREIRA et al., 2015), porém poucas informações estão disponíveis a respeito da distribuição da CIT em jovens jogadores de futebol de diferentes faixas etárias (sub-13, sub-15 e sub-17). Estudos com esse propósito podem identificar variações relacionadas à idade em termos de volume e intensidade de treinamento, bem como podem fornecer informações de quanto será o aumento na CIT conforme o jovem atleta avance para a categoria etária subsequente no processo de especialização esportiva.

2.2 Impacto da temporada esportiva sobre os parâmetros físicos e psicométricos em jovens atletas

Tem sido recomendado e bem aceito na literatura que o monitoramento da resposta do atleta ao processo de treinamento deve ser realizado dentro de uma abordagem multidimensional e longitudinal, a partir da combinação entre as variáveis da CT e as diferentes medidas de natureza psicofisiológica relacionadas ao desempenho físico, percepção de bem-estar, e estado de estresse e recuperação do atleta (BUCHHEIT et al., 2013). Dessa forma, uma descrição dos estudos disponíveis na literatura em relação ao comportamento desses 3 componentes mencionados acima (estado de estresse e recuperação do atleta, percepção de bem-estar e desempenho físico) ao longo de uma temporada esportiva será apresentada, com enfoque especial no público jovem.

2.2.1 Dinâmica do estado de estresse e recuperação

O monitoramento regular e individual das mudanças no estado de estresse e recuperação pode servir como uma ferramenta adicional para prevenção de lesões esportivas e identificação de atletas que estão em risco de desenvolver ORNF e sintomas de OT. Para isso, Kellmann e Kallus (2001) desenvolveram o Questionário de Estresse e Recuperação para Atletas (*Recovery–Stress Questionnaire for Athletes [RESTQ-76 Sport]*) para avaliar sistematicamente as atividades relacionadas ao estado de estresse e recuperação. O *REST-Q* foi desenvolvido para avaliar a natureza multidimensional do estresse e da recuperação em atletas e para permitir que treinadores e atletas selecionem estratégias de intervenção específicas que possam ajudá-los a evitar eventuais reduções de desempenho indesejadas.

Em uma investigação observacional com o objetivo de avaliar o estado de estresse e recuperação de jovens atletas, Brink et al. (2012) avaliaram 94 jovens jogadores de futebol (entre 15 e 18 anos) durante duas temporadas competitivas. Os autores compararam o estado de estresse e recuperação entre o grupo controle e atletas em estado de ORNF. Para isso, todos os atletas responderam o questionário *REST-Q* mensalmente. Ao longo da temporada competitiva, 7 jogadores apresentaram ORNF, identificado a partir da queda de desempenho no teste ISRT por pelo menos um mês, usando como critério o aumento nos valores da frequência cardíaca para uma mesma intensidade submáxima.

Como resultado, notou-se para ambos os grupos que os valores do estado de estresse nos momentos “dois meses antes do ORNF”, “um mês antes do ORNF” e “diagnóstico de ORNF” não foram diferentes quando comparados ao início da temporada. Entretanto, o grupo ORNF apresentou menores valores para o somatório das escalas referentes à recuperação no momento “dois meses antes do diagnóstico de ORNF” comparado ao grupo controle no início da temporada. Não foram encontradas diferenças no estado de recuperação dentro do grupo ORNF, comparando-se os momentos “início da temporada”, “dois meses antes do ORNF”, “um mês antes do ORNF” e “diagnóstico de ORNF”. Por outro lado, a partir da análise do tamanho de efeito (*effect size: ES*), os autores assumiram que houve uma diferença de magnitude grande entre os momentos “dois meses antes do ORNF” e “início da temporada” do grupo ORNF para as variáveis de Fadiga, Recuperação Física e Estar em Forma.

Em outra investigação complementar, Brink et al. (2013) com a mesma amostra de adolescentes jogadores de futebol do estudo anterior, verificou se atletas em estado de ORNF mostrariam distúrbios no estado de estresse e recuperação e apresentariam um tempo de reação mais lento. Novamente, os atletas que apresentassem queda de desempenho com duração de um mês no teste ISRT foram diagnosticados como em estado de ORNF. Como no estudo anterior, sete atletas apresentaram o estado de ORNF no estudo, e foram conduzidos para testes adicionais. Outros sete atletas que não apresentaram redução de desempenho seguiram o mesmo procedimento, servindo como grupo controle. Como principal achado, os autores mostraram que o grupo ORNF apresentou valores de balanço estresse-recuperação (*REST-Q*) significativamente inferiores ao grupo controle. Por outro lado, não houve diferença entre os grupos para o teste de tempo de reação a estímulos respondidos no computador, mostrando que esse indicador não foi sensível para identificar jovens atletas no estado de ORNF.

No estudo de Faude et al. (2011) com jogadores juniores de futebol (19-20 anos), os autores monitoraram as variações ao longo de uma temporada competitiva em indicadores de desempenho e no estado de estresse e recuperação dos atletas, realizando as avaliações em quatro momentos distintos (pré-temporada [T0], temporada 1 [T1], 2 [T2] e 3 [T3]). Os principais achados desse estudo mostraram que, apesar dos valores médios dos indicadores de desempenho (altura do salto “*Drop Jump*” e pico de velocidade no teste progressivo máximo) não piorarem durante a temporada competitiva, houve um aumento progressivo nos valores de estado de estresse total ao longo da temporada competitiva ($T0 < T1 < T2 < T3$), assim como houve uma redução no estado de recuperação total dos atletas nos momentos T1 e T3 em relação ao período T0 (pré-temporada). A partir da análise das mudanças individuais nos indicadores de desempenho e no estado de estresse e recuperação do atleta entre os momentos T0 e T3, mostrou-se que reduções individuais no desempenho de salto vertical ($r=-0.55$) e aptidão aeróbia ($r=-0.61$) foram negativamente correlacionados com o aumento no estado de estresse. Além disso, uma associação positiva ($r=0.52$) foi mostrada entre o tempo de exposição total em sessões de treinamento, amistosos e jogos oficiais e o aumento no estado de estresse. Os autores concluíram que apesar de não haver sinais fisiológicos de ORNF ao longo da temporada, deteriorações no estado de estresse e recuperação do atleta foram identificados, especialmente no momento final da temporada em que ocorrem os jogos decisivos. Dessa forma, o monitoramento individual do atleta a partir de uma

abordagem multidimensional considerando avaliações de desempenho e testes psicológicos é recomendado para identificar atletas que possam estar em risco de desenvolver ORNF.

2.2.2 Percepção de bem-estar

Medidas subjetivas auto reportada tem sido considerada uma das principais variáveis tradicionalmente usadas na prática como ferramenta de monitoramento da resposta individual do atleta as cargas de treinamento (AKENHEAD; NASSIS, 2016). Mais especificamente, a escala de Hooper e seus indicadores secundários (fadiga, qualidade do sono, dor muscular, nível de estresse e humor) (HOOPER; MACKINNON, 1995) parece ser uma medida promissora e prática para o monitoramento diário do atleta no próprio ambiente de treinamento (FESSI et al., 2016; SAWCZUK et al., 2018a, 2018b). Essas medidas subjetivas auto reportadas não são sensíveis apenas as fases da temporada esportiva de alta carga versus baixa CT (FESSI et al., 2016), mas também estão associadas às flutuações da CT em jogadores de futebol (THORPE et al., 2015).

Em um estudo com 14 jovens jogadores de futebol do sexo masculino (17 anos) de um clube da *Premier League*, Noon et al. (NOON et al., 2015) descreveram a percepção de bem-estar em quatro blocos de treinamento (pré temporada [T0], temporada competitiva 1 [T1], 2 [T2] e 3 [T3]) durante uma temporada esportiva. O questionário de percepção de bem-estar (fadiga, qualidade do sono, dor muscular, estresse, motivação para treinar, recuperação e apetite) eram respondidos com uma frequência entre 1-4 vezes por semana. Os autores encontraram como principais resultados que os níveis de fadiga, estresse e dor muscular foram progressivamente aumentados do primeiro (pré-temporada) para o último bloco de treinamento (fase final da temporada), enquanto os valores de motivação para treinar, qualidade do sono, recuperação percebida e apetite foram amplamente deteriorados em função do tempo. Isso retrata um desequilíbrio entre o estado de estresse e recuperação de jovens atletas ingleses ao final da adolescência durante uma temporada competitiva.

Recentemente, Sawczuk et al. (2018a) avaliaram a influência da CIT, exposição a jogos oficiais e duração do sono auto reportada sobre a recuperação e percepção de bem-estar e seus indicadores secundários (dor muscular, fadiga, qualidade do sono, humor e estresse) em adolescentes de ambos os sexos praticantes de diversas modalidades esportivas. Os autores monitoraram por 13 semanas 48 adolescentes de diferentes modalidades esportivas: *cricket* (n=5),

football (n=10), *hockey* (n=10), *netball* (n=10) e *rugby union* (n=13). Foi mostrado que um aumento na CIT teve um efeito negativo “quase provável” de magnitude pequena sobre a dor muscular (ES = -0,43; \pm 0,10) e recuperação percebida (ES = -0,37; \pm 0,09). O jogo oficial teve um efeito “provavelmente” negativo adicional sobre a dor muscular (ES = -0,26; \pm 0,09) e recuperação percebida (ES = -0,25; \pm 0,08). Por outro lado, um aumento na duração do sono teve um efeito positivo “quase provável” de magnitude moderada sobre os indicadores de qualidade do sono (ES = 0,80; \pm 0,14); um efeito “quase provável” de magnitude pequena sobre a percepção de bem-estar geral (ES = 0,45; \pm 0,09) e nível de fadiga (ES = 0,42; \pm 0,11); e um efeito “provavelmente” pequeno sobre a recuperação percebida (ES = 0,25; \pm 0,09).

Esse mesmo grupo de autores liderados por Sawczuk (2018b) em um estudo publicado na revista “*Pediatric Exercise Science*”, investigaram a relação da CIT e duração do sono com medidas de fadiga (avaliado por meio do salto vertical *CMJ*), recuperação percebida e bem-estar geral em jovens atletas de diferentes modalidades esportivas conforme mencionado acima. Como principais achados, os autores mostraram que não houve nenhuma relação entre o salto vertical *CMJ* e as variações na CIT ($r = -0,09$; \pm 0,06) e duração do sono ($r = 0,01$; \pm 0,06). No entanto, a percepção de bem-estar geral foi positivamente associada com a duração do sono ($r = -0,28$; \pm 0,05; magnitude pequena), mas não com a CIT ($r = -0,05$; \pm 0,06). Já a recuperação percebida dos jovens atletas foi inversamente relacionada com a CIT ($r = -0,23$; \pm 0,05), mas não com a duração do sono ($r = 0,12$; \pm 0,06). Esses achados em conjunto mostram a aplicabilidade da escala de Hooper e seus indicadores secundários para avaliar diariamente o bem-estar geral de jovens atletas de diferentes modalidades esportivas. Além disso, mostra que tais medidas foram sensíveis a diferentes fatores contextuais como, por exemplo, flutuações na CIT e duração do sono.

2.2.3 Desempenho físico

O objetivo de qualquer programa de treinamento e/ou exercício bem estruturado é maximizar os resultados positivos do treinamento (ou seja, aumento do desempenho) e minimizar as consequências negativas da exposição sistemática ao treinamento e jogos oficiais (ex. fadiga, lesão e *overtraining*) (SMITH, 2003). A avaliação regular da capacidade física do atleta de esportes coletivos usando diferentes testes específicos ao esporte em questão é de fundamental importância para verificar a “prontidão” do atleta em competir (SVENSSON; DRUST, 2005). Deve-se ressaltar

que os atletas profissionais devem suportar uma temporada competitiva de aproximadamente 10-11 meses, enquanto jovens devem competir por aproximadamente 7-8 meses.

Durante a temporada esportiva, adolescentes jogadores de futebol e outras modalidades competitivas estão geralmente expostos a um estresse psicofisiológico. Estudos com atletas adolescentes tem mostrado sinais de ORNF (BRINK et al., 2012), alterações no estado de estresse e recuperação (FAUDE et al., 2011), percepção de bem-estar (NOON et al., 2015) e no perfil de humor do atleta (SCHMIKLI et al., 2012) durante a temporada competitiva. Nessa perspectiva, é possível especular que essas alterações nas medidas comportamentais provavelmente terão um impacto negativo no desempenho físico dos atletas em diferentes testes motores. Dessa forma, uma avaliação longitudinal do desempenho físico em diferentes momentos da temporada esportiva é recomendada, especialmente para avaliar como o atleta está lidando com o estresse do treinamento e competição.

Em um estudo longitudinal de acompanhamento com avaliações realizadas no início (pré-temporada) e final da temporada competitiva, Morris et al. (2018) verificaram as mudanças que ocorreram durante a temporada competitiva em diversos parâmetros do desempenho físico (força, velocidade, capacidade de mudar de direção) em jovens jogadores de diferentes faixas etárias (sub-13, sub-15 e sub-16) e período maturacional (pré vs. durante vs. pós pico de velocidade do crescimento em estatura [PVCE]), e compararam essas mudanças com àquelas observadas em um grupo controle (escolares) da mesma faixa etária e estado maturacional. Nesse estudo, os autores mostraram que os jogadores de futebol pré-PVCE e durante o PVCE melhoraram mais seus níveis de força e potência muscular, velocidade e capacidade de mudar de direção que seus companheiros não treinados (grupo controle). Na contramão dos achados previamente observados no grupo pré e durante o PVCE, os adolescentes jogadores de futebol do grupo pós PVCE pioraram seu desempenho nos testes de velocidade de 10 e 30 m, enquanto que o grupo controle melhorou seu desempenho de velocidade durante o período de acompanhamento do estudo. Isso resultou em adaptações superiores no desenvolvimento da velocidade de 10 e 30 m para o grupo controle. Os autores atribuíram como potenciais justificativas para esse achado duas possibilidades: (1) estímulo de treinamento inadequado para o desenvolvimento dessa capacidade física (velocidade) e (2) acúmulo de fadiga ao longo da temporada esportiva. Deve ser destacado que esse estudo realizou avaliações apenas no início e ao final da temporada competitiva, não permitindo realizar inferências

a respeito do efeito da pré-temporada e do período competitivo sobre os parâmetros de desempenho físico avaliado.

Em outro estudo conduzido por Noon et al. (NOON et al., 2015) com adolescentes jogadores de futebol (17 anos), a aptidão aeróbia, velocidade de 30 m, agilidade e potência muscular (por meio do salto vertical *CMJ*) foram avaliadas em 4 momentos distintos de uma temporada esportiva. Nesse estudo foi encontrado um padrão distinto de adaptação ao longo da temporada esportiva para as medidas de desempenho relacionados ao sistema neuromuscular (ex. velocidade) e aeróbio (Yo-Yo Intermittent Recovery Test – Level 1). Foi observado que a aptidão aeróbia específica à modalidade foi progressivamente melhorada no decorrer do ano, enquanto que a velocidade de 30m foi significativamente deteriorada ao longo da temporada esportiva, principalmente no último bloco de treinamento.

Essas informações acima sugerem que conforme aumente o processo de especialização esportiva e, por sua vez, a idade cronológica, maior são as chances de visualizar reduções de desempenho em parâmetros de desempenho neuromuscular (ex. velocidade e potência muscular) como consequência do acúmulo de jogos e sessões de treino sem um período de recuperação suficiente. Por outro lado, a aptidão aeróbia não parece ser negativamente afetada ao longo da temporada competitiva em jovens.

2.3 Prática esportiva e saúde óssea

O desenvolvimento ósseo ocorre mais rapidamente durante a infância e a adolescência, com 80-90% da massa óssea pico sendo atingida até o final da adolescência, embora seja válido ressaltar que esses valores podem variar entre diferentes locais do sistema esquelético (GORDON et al., 2017). De fato, as duas primeiras décadas de vida têm sido apontadas como um período crítico e essencial não apenas para o ganho de massa óssea por meio de diferentes estratégias de atividade física e/ou exercício físico, mas também para prevenção de fraturas na adolescência e reduzir o risco eventuais problemas patológicos na vida adulta (*e.g.*, osteoporose) (GUNTER; ALMSTEDT; JANZ, 2012; RIZZOLI et al., 2010). Em um estudo de acompanhamento longitudinal de 6 anos, Bailey et al. (1999) mostraram que aproximadamente 26% do conteúdo mineral ósseo (CMO) total na vida adulta é acumulado durante os 2 anos próximos à idade em que ocorre o pico de velocidade de crescimento do CMO (em torno dos 12,5 e 14,1 anos em meninas e meninos, respectivamente).

Nesse mesmo estudo de Bailey e colaboradores (1999) foi mostrado que meninos e meninas fisicamente ativos exibiram ganhos de massa óssea superior ao de seus companheiros inativos ao longo de todo o período de crescimento. Essas informações iniciais já destacam a importância da prática regular de atividade física no desenvolvimento do sistema ósseo durante toda a infância e adolescência.

É importante ressaltar que tanto o CMO quanto a DMO são componentes já previamente determinados por fatores genéticos (ABRAMS et al., 2005). No entanto, outros fatores ambientais como participação regular em programas de atividade física (VICENTE-RODRÍGUEZ, 2006), prática de esportes (LOZANO-BERGES et al., 2018) e bons hábitos alimentares (JULIÁN-ALMÁRCEGUI et al., 2015) podem também exercer um impacto positivo na aquisição/ganho de massa óssea durante a vida jovem e vida adulta. Mais detalhadamente quanto ao impacto da prática de exercícios físicos ou esporte sobre o tecido ósseo é necessário destacar que nem todo modelo de exercício adotado ou esporte praticado tem repercussões iguais sobre as variáveis do tecido ósseo (VLACHOPOULOS et al., 2018). Entre criança e adolescentes, o engajamento regular em práticas esportivas é a manifestação mais comum de realizar atividade física, o que tem sido amplamente defendido por organizações nacionais e internacionais, e profissionais da área da saúde (STRONG et al., 2005). Na literatura científica, diferentes classificações de esportes têm sido propostas de acordo com o seu estímulo osteogênico: [a] esportes de alto ou baixo impacto mecânico ou [b] esportes que requerem (osteogênico) ou não requerem (não osteogênico) a sustentação do peso corporal. Por exemplo, modalidades como ciclismo e natação são tradicionalmente classificados como esportes de baixo impacto mecânico ou não osteogênicos (GOMEZ-BRUTON et al., 2018), enquanto que modalidades como ginástica, judô, futebol, futsal, basquetebol, handebol são esportes de alto impacto mecânico ou osteogênicos (AGOSTINETE et al., 2016; ITO et al., 2017; LOZANO-BERGES et al., 2018).

O futebol é talvez o esporte mais popular do mundo, especialmente entre crianças e adolescentes. Como característica própria desse esporte e de outras modalidades coletivas também, o futebol consiste de exercícios de corrida intermitente realizadas em diferentes intensidades absolutas, com rápidas mudanças de direção, as quais requerem acelerações e desacelerações forçadas em distâncias curtas, bem como exige a realização de inúmeros saltos verticais e horizontais, chutes e passes em diferentes distâncias (STØLEN et al., 2005). Toda essa variedade de gestos motores específicos ao futebol requer a aplicação de grandes forças contra o solo, o que

resulta em um alto impacto mecânico para o tecido ósseo. Por isso o futebol é considerado um esporte altamente osteogênico (CALBET et al., 2001).

Estudos transversais têm mostrado que crianças e adolescentes jogadores de futebol possuem valores médios maiores em uma variedade de parâmetros ósseos (*e.g.*, CMO, DMO, índice de rigidez óssea, melhor geometria estrutural do quadril) em diferentes locais do esqueleto, bem como maior concentração de marcadores bioquímicos de formação óssea que seus pares não envolvidos na prática regular de esportes (escolares ativos fisicamente) ou praticante de esportes não osteogênicos (NEBIGH et al., 2009, 2017; VLACHOPOULOS et al., 2017a). Por exemplo, Vlachopoulos et al. (2017a) mostraram que futebolistas tem valores significativamente maiores de DMO (8.8% a 25.1%) e CMO (7.9% a 29.5%) comparado ao grupo controle em todos os locais do esqueleto, exceto a região da lombar e dos braços. Da mesma forma, o grupo praticante de futebol exibiram valores superiores de DMO e CMO em todos os locais, exceto região da lombar e braços, do que o grupo de nadadores (DMO, 6.9% a 13.9%; CMO, 8.4% a 20.5%) e ciclistas (DMO, 5.2% a 12.7%; CMO, 6.7% a 18.9%). Interessantemente, Nebigh et al. (2009) observaram que essas diferenças nos parâmetros de massa óssea entre crianças e adolescentes praticantes de futebol e não praticantes (escolares) são maiores no início e final da puberdade, enquanto que durante o período da pré-puberdade (infância) nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos. Essas informações obtidas a partir de estudos transversais e correlacionais fornecem resultados iniciais do potencial que o futebol enquanto modalidade esportiva pode apresentar para induzir ganhos adicionais àqueles do crescimento na formação e desenvolvimento do tecido ósseo.

Algumas investigações longitudinais (n=7) mostrando o efeito da prática de futebol sobre o ganho de massa óssea ao longo da infância e adolescência tem sido realizada. O tempo de acompanhamento nesses estudos tem variado entre 8-12 meses até três anos (AGOSTINETE et al., 2016; VICENTE-RODRIGUEZ et al., 2004; VLACHOPOULOS et al., 2017b, 2018, ZOUCHE et al., 2008, 2014, 2015). Vicente Rodriguez et al. (2004), em um estudo longitudinal de acompanhamento de 3 anos, relataram maiores aumentos nos parâmetros de CMO e DMO em todo o corpo, membros inferiores, coluna lombar, colo do fêmur e região intertrocantérica, bem como um efeito hipertrófico no osso em jovens jogadores de futebol em comparação com os meninos controles. Três estudos longitudinais realizados por Zouch e colaboradores compararam os parâmetros de tecido ósseo entre dois grupos de atividades diferentes (futebolistas vs. controles) (ZOUCHE et al., 2008, 2014, 2015).

No primeiro estudo de Zouch et al. (2008), embora não tenham sido encontradas diferenças na linha de base (do inglês *baseline*) entre futebolistas e controles, foram encontrados incrementos positivos para o CMO no corpo inteiro, coluna lombar, quadril total e membros inferiores em futebolistas após 10 meses de treinamento, com maiores aumentos naqueles que treinaram por 4 horas por semana em comparação com aqueles que treinaram por 2 horas por semana. Esses dados ilustram pela primeira vez que um maior tempo de prática semanal em futebol pode potencialmente proporcionar ganhos superiores na aquisição de massa óssea.

No segundo estudo de Zouch et al. (2014), os participantes foram divididos em grupos pré-púberes e púberes, e foram acompanhados no período de um ano. Da mesma forma, no início do estudo, jogadores de futebol pré-púberes e controles não demonstraram diferenças no CMO; no entanto, jogadores de futebol classificados como púberes apresentaram maiores valores de CMO em relação aos seus companheiros de grupo controle no momento inicial do estudo. Após um ano de acompanhamento, maiores aumentos para o CMO no corpo inteiro, quadril total e membros inferiores foram observados em jogadores de futebol pré-púberes em comparação aos controles, enquanto os jogadores púberes também apresentaram maiores aumentos na coluna lombar. Quando ambos os grupos de jogadores de futebol foram comparados, os resultados mostraram ganhos superiores no CMO para os jogadores que já tinham entrado no período da puberdade em relação àqueles que ainda não tinham iniciado a puberdade (pré-púberes). O último estudo realizado por Zouch et al. (2015) demonstraram maiores valores de DMO no corpo inteiro e nas duas pernas no início do estudo para os futebolistas comparados ao grupo controle. Após três anos de acompanhamento, os jogadores de futebol apresentaram ganhos superiores de CMO e DMO no corpo inteiro, coluna lombar, quadril total e membros inferiores em relação ao grupo controle.

Em um recente estudo realizado por Agostinete et al. (2016) foi observado também ganhos positivos de DMO para ambos os grupos jovens jogadores de futebol e controles após 9 meses de acompanhamento. No entanto, nesse estudo conduzido por Agostinete et al. (2016) nenhuma diferença significativa foi reportada entre os grupos para os ganhos (Δ) de DMO ao final do período de acompanhamento. Vlachoupoulos et al. (2018) encontraram valores superiores, mas não significantes, de CMO após 12 meses de acompanhamentos para adolescentes jogadores de futebol (3,3% a 8,4%) comparado ao grupo controle (fisicamente ativos). Esses achados são contrários aqueles previamente reportado por Zouch e colaboradores (ZOUCH et al., 2008, 2014, 2015). Possivelmente algumas diferenças metodológicas entre os estudos, como a duração de

acompanhamento da observação e a característica da amostra, possam ser atribuídas como fatores explicativos para esses resultados parcialmente controversos.

Outro aspecto que tem chamado atenção nesses estudos longitudinais é o acompanhamento de adolescentes no início ou meio da puberdade (11-14 anos de idade). Nenhum estudo até então acompanhou jogadores mais velhos (> 15 anos). E é bem descrito que as cargas de treinamento são intensificadas com o aumento da idade cronológica e especialização esportiva. Até então, poucos estudos de intervenção ou acompanhamento longitudinal tem investigado em que período/momento do crescimento da criança e do adolescente o tecido ósseo responde otimamente as cargas de treinamento prescritas (MACKELVIE; KHAN; MCKAY, 2002). Dessa forma, futuros estudos poderiam monitorar jogadores de futebol em diferentes faixas etárias ao longo de uma temporada esportiva para identificar possíveis períodos etários ou maturacionais de maior adaptabilidade do tecido ósseo em resposta ao treinamento formal de futebol. Além disso, investigações futuras podem investigar o impacto das cargas de treinamento no futebol sobre as mudanças nos diferentes parâmetros de massa óssea em jovens jogadores ao longo de uma temporada esportiva. Em um recente estudo, Agostinete et al. (2017) mostraram que a CT acumulada ao longo de 30 dias tem uma relação negativa com a DMO de jovens nadadores de ambos os sexos, independentemente do efeito positivo que a massa muscular exerce sobre a densidade óssea.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de atender aos objetivos do estudo e melhor organização estrutural e sequencial do texto, os métodos desta tese estão apresentados em duas partes: Estudo I, Estudo II e Estudo III.

3.1 Estudos I

3.1.1 Caracterização da Pesquisa

Tendo em vista ao que se propõe, esta pesquisa pode ser classificada como aplicada quanto à sua natureza, visto que objetiva gerar conhecimentos de aplicação prática, e quantitativa quanto à abordagem do problema, conforme pressupostos apresentados por Silva et al. (2011). Do ponto

de vista de seus objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, segundo Ferrari et al. (2011). Esta investigação pode ser caracterizada como um estudo longitudinal de caráter observacional.

3.1.2 Participantes

Os participantes do presente estudo foram recrutados voluntariamente em clubes profissionais de futebol após ser estabelecido contato com os coordenadores técnicos das respectivas instituições esportivas. Participaram do presente estudo 35 adolescentes jogadores de futebol pertencentes às categorias sub-13 (n=9), sub-15 (n=14) e sub-17 (n=12) de dois clubes de futebol profissional da cidade de Florianópolis. Os participantes foram os mesmos para os estudos I, II e III da presente tese. A categoria Sub-13 pertencia ao clube A e as categorias Sub-15 e Sub-17 pertenciam ao clube B. A categoria Sub-13 realizou entre 2 e 3 sessões de treino semanais. As categorias Sub-15 e Sub-17 realizaram entre 5 e 7 sessões de treino semanais. Os jogadores do presente estudo estavam regularmente envolvidos em competições estaduais e nacionais. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: (i) adolescentes do sexo masculino praticantes de futebol em academias/clubes vinculados à Federação Catarinense de Futebol (FCF) e à Confederação Brasileira de Futebol (CBF); (ii) idade cronológica entre 12 e 17 anos; (iii) ausência de sinais clínicos de doenças cardiopulmonar e cardiovascular as quais poderiam limitar a realização de esforços máximos durante os testes de avaliação física; (iv) participar de forma regular e sistemática em treinamentos específico de futebol por no mínimo há 1 ano; (v) ter participado de no mínimo 70% das sessões de treinamento ao longo da temporada. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) sob o parecer n. 3.200.651.

3.1.3 Delineamento da Pesquisa

Para atender os objetivos dos estudos I, II e III da presente pesquisa, todos os jogadores deveriam seguir os seguintes procedimentos: (i) diariamente reportar o valor de PSE da sessão para quantificar a CIT, (ii) preencher o questionário *REST-Q* para avaliar o estado de estresse e recuperação, (iii) completar um protocolo de testes físico proposto para avaliar as capacidades físicas específicas ao futebol, (iv) realizar a avaliação de absorciometria por dupla emissão de raios-x (DXA) e (v) realizar a avaliação de bioimpedância elétrica (BIA). O protocolo de testes físicos foi composto por avaliações da aptidão aeróbia intermitente (Teste de Carminatti [T-CAR]), da

capacidade de *sprints* repetidos – [RSA] (6 x 20+20 m) e da velocidade de corrida de 10 m e 30 m. Esse protocolo de testes físicos e o questionário *REST-Q* foram realizados em quatro momentos distintos da temporada (Figura 1): no início da pré-temporada (momento 1 – M1), no final da pré-temporada (momento 2 – M2), ao final do período competitivo 1 (momento 3 – M3) e ao final do período competitivo 2 (momento 4 – M4). Por outro lado, as avaliações de DXA e BIA foram realizadas somente no início da pré-temporada (M1), ao final do período competitivo 1 (M3) e ao final do período competitivo 2 (M4). As medidas de PSE da sessão foram monitoradas diariamente. Para a categoria Sub-13, as avaliações aconteceram nas semanas 1, 10, 23 e 35. Para a categoria Sub-15, as avaliações aconteceram nas semanas 1, 9, 20 e 40. Para a categoria Sub-17, as avaliações aconteceram nas semanas 1, 10, 21 e 40.

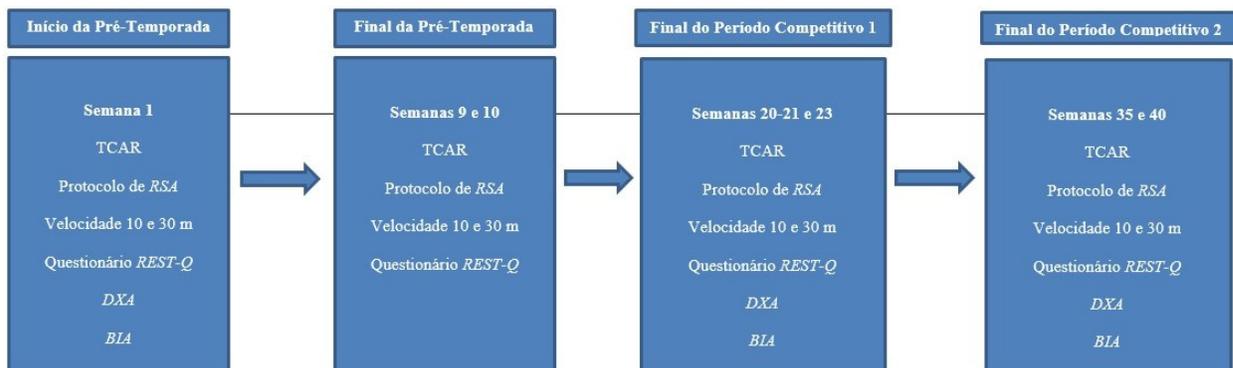


Figura 1. Descrição das avaliações realizadas ao longo da temporada.

3.1.4 Descrição das Sessões de Treino

O programa de treinamento foi planejado, prescrito e implementado pelos treinadores e demais membros da comissão técnica de cada categoria etária durante a temporada inteira, sem nenhuma interferência dos pesquisadores envolvidos no presente estudo. Os conteúdos das sessões de treino foram divididos em: treinamento técnico-tático, treinamento físico-técnico e treinamento de academia. Além disso, os jogos oficiais e amistosos foram considerados na quantificação da CT geral. O treinamento técnico-tático envolveu todas as sessões de treino voltadas exclusivamente para o desenvolvimento e aprimoramento das habilidades técnicas e princípios táticos associados ao futebol. O treinamento físico-técnico incluiu àquelas sessões de treino em que havia ênfase no desenvolvimento das capacidades físicas (aplicadas no início ou final do treino) juntamente com os aspectos técnico-táticos. Por fim, o treinamento de academia compreendeu todas as atividades

realizadas na academia buscando o desenvolvimento dos níveis de força/potência e hipertrofia muscular (BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006; FESSI et al., 2016).

3.1.5 Controle da Carga Interna de Treinamento (CIT)

A CIT foi quantificada a partir do método da PSE da sessão (FOSTER et al., 2001), utilizado em estudos prévios com futebol e outras modalidades coletivas (DEBIEN et al., 2018; IMPELLIZZERI et al., 2004; MILOSKI et al., 2015; MOREIRA et al., 2015). A PSE da sessão foi obtida por meio da escala de 100 pontos (FANCHINI et al., 2016). Após 10-15 minutos do término da sessão de treinamento, os jogadores deveriam responder a seguinte pergunta: “Como foi sua sessão de treinamento hoje?”, apontando sua resposta na escala, sem que houvesse contato com os demais companheiros de equipe. Todos os jogadores foram previamente familiarizados com a ferramenta e conscientes de que, quando questionados, suas respostas deveriam ser referentes à sessão de treinamento como um todo e não apenas parte dela. A CIT foi obtida a partir do produto entre o *score* apontado na escala de PSE (valor / 10) e o tempo de duração total da sessão de treinamento em minutos (FOSTER et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2004). O tempo efetivo das sessões de treinamento foi obtido a partir da soma da duração das atividades de aquecimento e das atividades propostas pelo treinador (considerando as pausas feitas para intervenções) durante parte principal do treino. No entanto, o tempo em atividades de alongamento e pausas para a hidratação não foram consideradas no presente estudo. Um cronômetro foi utilizado para obter a duração das sessões de treino.

3.1.6 Classificação da Intensidade das Sessões de Treino

A intensidade das sessões de treinamento foi classificada em três zonas a partir do valor de PSE conforme proposto previamente por Lovell et al. (2013). As zonas de intensidade foram definidas da seguinte forma: baixa intensidade (BI; $PSE \leq 4,0$ u.a.), intensidade moderada (IM; $4,0 > PSE < 7,0$ u.a.) e alta intensidade (AI; $PSE \geq 7,0$ u.a.). O tempo de duração (em minutos) correspondente a PSE global de cada sessão de treinamento foi usado para analisar a distribuição da intensidade das sessões de treino ao longo da temporada.

3.1.7 Avaliação do estado de estresse e recuperação

Para avaliar o estado de estresse e recuperação relacionada às atividades dos últimos 3 dias e 3 noites foi utilizado o questionário de estresse e recuperação para atletas (RESTQ-Sport) (KELLMANN; KALLUS, 2001). Esse questionário é composto por 76 questões, em uma escala *Likert* de 0 (nunca) a 6 (sempre) pontos. As questões estão divididas em 19 escalas, nas quais sete estão relacionadas ao Estresse Geral (estresse geral, emocional, social, conflitos/pressão, fadiga, falta de energia e queixas somáticas), cinco à Recuperação Geral (sucesso, recuperação social, recuperação física, bem-estar geral, qualidade do sono), três ao Estresse no Esporte (perturbações nos intervalos, exaustão emocional e lesões) e quatro à Recuperação no Esporte (estar em forma, aceitação pessoal, auto eficácia, auto regulação). Além das escalas individuais, o somatório (Σ) das escalas de Recuperação (soma das escalas de recuperação) e Estresse (soma das escalas de estresse) e a diferença entre o Σ de Recuperação e o Σ do Estresse foram calculados.

3.1.8 Avaliação do Teste de Carminatti (T-CAR)

O T-CAR é um teste incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com múltiplos estágios de 90 segundos de duração em sistema “ida-e-volta”, constituído por 5 repetições de 12 segundos de corrida (distância variável), intercaladas por 6 segundos de caminhada (5 metros). O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones. O teste inicia com velocidade de $9,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (distância inicial de 15 m) com incrementos de $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1 m a partir da distância inicial. O teste foi encerrado quando os avaliadores observarem que os atletas falharam em alcançar a linha de referência de partida e chegada ao mesmo tempo do sinal sonoro por duas vezes consecutivas (avaliação objetiva). A partir do T-CAR foi possível identificar o pico de velocidade ($PV_{\text{T-CAR}}$) determinado como a maior velocidade alcançada pelos atletas durante o teste em $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (DA SILVA et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2014).

3.1.9 Avaliação da Capacidade de Sprints Repetidos (RSA)

Para mensurar a *RSA*, foi adotado o teste proposto por Rampinini et al. (2007). Neste teste são realizados seis *sprints* de 40 m (20 m + 20 m com mudança de direção de 180°) intercalados por intervalos de recuperação passiva de 20 segundos. Os tempos de cada *sprint* foram registrados

por meio de um par de fotocélulas eletrônicas (*Microgate - Italy*) posicionadas no ponto de partida. Os atletas foram encorajados verbalmente para executar o máximo esforço durante cada *sprint*. Os parâmetros de desempenho obtidos a partir deste teste de *RSA* foram o melhor tempo (RSA_{melhor}) e o tempo médio ($RSA_{\text{médio}}$).

3.1.10 Avaliação da Velocidade

Para a avaliação da velocidade de corrida os jogadores realizam *sprints* de 10 m e 30 m. O tempo de cada *sprint* foi registrado por meio do sistema de fotocélulas (*Microgate - Italy*). Todos os jogadores foram instruídos a realizarem o percurso no menor tempo possível. A capacidade de aceleração e velocidade de corrida máxima foram avaliadas usando o tempo requerido para percorrer a distância fixa de 10 m e 30 m, respectivamente. Os participantes realizaram duas tentativas com recuperação passiva de 2-3 min entre cada *sprint*. O melhor tempo entre as duas tentativas realizadas foi utilizada para posterior análise.

3.1.11 Análise Estatística

A estatística descritiva (média \pm desvio padrão) foi utilizada para a apresentação dos dados. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov* e a homogeneidade das variâncias foi testada com o teste de *Levene*. As variáveis que violaram esses pressupostos estatísticos foram transformadas usando logaritmo natural ou a transformação de *Box-cox*. Para comparar as mudanças nos parâmetros de CT, estado de estresse e recuperação, e desempenho físico entre os diferentes momentos da temporada (efeito do tempo: M1, M2, M3 e M4) e entre as categorias etárias (efeito do grupo: Sub-13, Sub-15 e Sub-17) foi utilizada a análise de variância (ANOVA) *two-way* (interação grupo x tempo) com medidas repetidas seguida pelo *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância de 5% foi adotado para todas essas análises. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS versão 17.0 (SPSS Inc., IBM Company, NY, USA).

Todas as análises de associação do estudo I foram feitas mediante o coeficiente de correlação produto-momento de *Pearson*. Em um primeiro momento foi testada a associação entre as mudanças nas medidas do estado de estresse e recuperação e os indicadores de CT durante a pré-temporada e a temporada inteira. Na sequência, verificou-se a associação entre as mudanças nas medidas de desempenho físico com os indicadores

de CT e estado de estresse e recuperação durante a pré-temporada e a temporada inteira. Nesse estudo, as análises de associação foram realizadas para a amostra total após agrupar as variáveis de todas as categorias. A magnitude das correlações foram classificadas como: trivial ($r \leq 0,1$), pequena ($0,1 > r < 0,3$), moderada ($0,3 \leq r < 0,5$), grande ($0,5 \leq r < 0,7$), muito grande ($0,7 \leq r < 0,9$) e quase perfeita ($r \geq 0,9$) (HOPKINS et al., 2009). Além disso, inferências práticas baseada em magnitudes foram realizadas para as análises de associação (HOPKINS, 2007). A chance da relação ter sido positiva, inconclusiva ou negativa foi calculada e avaliada qualitativamente da seguinte forma: provável (75-95%), muito provável (95-99%) e quase certamente ($> 99\%$). Se a chance da relação ter sido positiva ou negativa apresentassem resultados $> 5\%$, a inferência foi considerada como inconclusiva (BATTERHAM; HOPKINS, 2006).

3.2 Estudo II

3.2.1 Avaliação da Composição Corporal

A análise da composição corporal (MG, MLG e massa óssea) foi avaliada por meio do método de DXA. A DXA tem sido mencionada na literatura científica como instrumento de investigação “padrão-ouro” da composição corporal de crianças e adolescentes (HELBA; BINKOVITZ, 2009). A segurança da DXA foi demonstrada por um estudo (NJEH et al., 1997) ao aplicar doses muito baixas de radiação (entre 0,03 e 0,02 μSV) e doses pouco mais elevadas (5,2; 4,8 e 4,2 μSV) em equipamentos recentes (BLAKE; NAEEM; BOUTROS, 2006). Esta radiação é comparada a um dia de exposição solar. A DXA possui alta validade concorrente (SVENDSEN et al., 1993), reprodutibilidade (LEONARD et al., 2009) e acurácia (ELLIS et al., 1994) para a avaliação da massa óssea, MG e, recentemente estudos têm utilizado a massa isenta de gordura e osso como um indicador de massa muscular esquelética (KIM et al., 2006; POORTMANS et al., 2005).

No presente estudo, as medidas da DXA foram realizadas no Laboratório de Antropometria do Centro de Ciências da Saúde (CCS), na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Foi utilizado um equipamento Hologic, modelo Discovery Wi Fan-Beam - S/N 81593, (HOLOGIC, Inc., Bedford, Massachusetts, EUA). A atenuação dos raios-X nos tecidos ósseos e moles de todo o corpo foi computada por um *software* pediátrico (Hologic Auto Whole Body version 12.4:5). Um controle de qualidade interno foi garantido tendo em vista o processo diário de calibração

automática que precede as avaliações. Além disso, aproximadamente, uma vez ao mês foi realizada uma calibração com *phantoms* específicos para corpo inteiro. Essas calibrações foram realizadas de acordo com as recomendações do fabricante do aparelho. Um pesquisador, treinado para esta medida, foi responsável por executar a avaliação seguindo procedimentos padronizados. A leitura do padrão biométrico por um sensor específico de todo o corpo teve duração de aproximadamente 10-15 minutos, enquanto o indivíduo permaneceu deitado na posição de decúbito dorsal. A partir dos resultados da DXA foram consideradas as seguintes variáveis: a) MG absoluta do corpo inteiro (em kg), b) MLG absoluta do corpo inteiro (em kg), c) densidade mineral óssea (DMO) do corpo inteiro, d) DMO dos membros superiores, e) DMO dos membros inferiores, f) DMO da coluna vertebral, g) DMO da coluna lombar (L1-L4) e h) DMO da região do fêmur esquerdo (côlo do fêmur, trocânter do fêmur, triângulo de *Wards* e fêmur inteiro). As medidas de DMO foram expressas em g/cm^2 .

Todos os participantes foram instruídos a cumprirem as seguintes recomendações prévias à avaliação da DXA: 1) jejum por pelo menos quatro horas; 2) evitar práticas de exercícios intensos por pelo menos 12 horas antes do teste; 3) abstenção de bebidas com alto teor de cafeínas 12 horas anteriores ao teste; 4) uso de roupas leves (sunga ou *short* térmico); 5) estar descalços, não fazer o uso de brincos e/ou anéis e/ou qualquer tipo de metal (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

3.2.2 Análise Estatística

A estatística descritiva (média \pm desvio padrão) foi utilizada para a apresentação dos dados. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov* e a homogeneidade das variâncias foi testada com o teste de *Levene*. As variáveis que violaram esses pressupostos estatísticos foram transformadas usando logaritmo natural ou a transformação de *Box-cox*. Para comparar as mudanças nos parâmetros de DMO de corpo inteiro e das diferentes regiões e segmentos corporais entre os diferentes momentos da temporada (efeito do tempo: M1, M3 e M4) e entre as categorias etárias (efeito do grupo: Sub-13, Sub-15 e Sub-17) foi utilizada a análise de variância (ANOVA) *two-way* (interação grupo x tempo) com medidas repetidas seguida pelo *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância de 5% foi adotado para todas essas análises. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS versão 17.0 (SPSS Inc., IBM Company, NY, USA).

Todas as análises de associação do estudo II foram feitas mediante o coeficiente de correlação produto-momento de *Pearson*. Inicialmente, foi verificada a associação entre as mudanças nas medidas de DMO de corpo inteiro e das diferentes regiões e segmentos corporais com as mudanças nas variáveis do estado de estresse e recuperação e os indicadores de CT considerando a temporada inteira. Essas análises de associação foram realizadas para cada categoria etária. A magnitude das correlações foram classificadas como: trivial ($r \leq 0,1$), pequena ($0,1 > r < 0,3$), moderada ($0,3 \leq r < 0,5$), grande ($0,5 \leq r < 0,7$), muito grande ($0,7 \leq r < 0,9$) e quase perfeita ($r \geq 0,9$) (HOPKINS et al., 2009). Além disso, inferências práticas baseada em magnitudes foram realizadas para as análises de associação (HOPKINS, 2007). A chance da relação ter sido positiva, inconclusiva ou negativa foi calculada e avaliada qualitativamente da seguinte forma: provável (75-95%), muito provável (95-99%) e quase certamente ($> 99\%$). Se a chance da relação ter sido positiva ou negativa apresentassem resultados $> 5\%$, a inferência foi considerada como inconclusiva (BATTERHAM; HOPKINS, 2006).

3.3 Estudo III

3.3.1 Avaliação da Bioimpedância Elétrica (BIA)

A BIA tem sido descrita como método não invasivo, seguro, com validade e reprodutibilidade para o estudo da composição corporal (LUKASKI, 1987). A BIA foi usada para determinar os parâmetros de distribuição de fluidos (ACT, AIC e AEC) e integridade celular (resistência $[R]$, reatância $[Xc]$ e AF). O modelo utilizado foi o LnBody® 720 de múltiplas frequências (Biospace, Los Angeles, USA), com oito eletrodos, medindo a R em cinco frequências (1, 50, 250, 500 e 1000 kHz) e Xc em três (5, 50 e 250 kHz). A BIA foi utilizada para estimar os componentes de ACT, AIC e AEC por meio de equações matemáticas. O modelo de BIA utilizado apresentou nível aceitável de reprodutibilidade e acurácia para a estimativa de tecidos de composição corporal na frequência de 50 kHz (REF). Além disso, o fabricante enfatiza no manual do equipamento que um alto nível de precisão é encontrado ao seguir os procedimentos corretos de medição. A técnica forneceu dados de impedância (Z) e Xc na frequência de 50 kHz e, a partir deles, o valor de R foi calculado pela soma proporcional do corpo, em que os membros superiores representam 40% do corpo total R , o tronco representa 10% e os membros inferiores representam 50% e, posteriormente, o AF, utilizando a fórmula do arco tangente $(Xc / R) * 180^\circ/\pi$, com seus

valores sendo expressos em graus (°). Durante a avaliação da BIA, os participantes permaneceram em posição ortostática, segurando os dois manetes e com os pés posicionados sob uma plataforma. A avaliação durou cerca de dois minutos. Como as avaliações de BIA e DXA aconteceram no mesmo dia, as mesmas recomendações pré-avaliação usadas para a DXA foram aplicadas às avaliações de BIA.

3.3.2 Análise Estatística

A estatística descritiva (média \pm desvio padrão) foi utilizada para a apresentação dos dados. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov* e a homogeneidade das variâncias foi testada com o teste de *Levene*. As variáveis que violaram esses pressupostos estatísticos foram transformadas usando logaritmo natural ou a transformação de Box-cox. Para comparar as mudanças nos parâmetros de distribuição de fluidos (ACT, AIC e AEC) e integridade celular (*R*, *Xc* e AF) entre os diferentes momentos da temporada (efeito do tempo: M1, M3 e M4) e entre as categorias etárias (efeito do grupo: Sub-13, Sub-15 e Sub-17) foi utilizada a análise de variância (ANOVA) *two-way* (interação grupo x tempo) com medidas repetidas seguida pelo *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância de 5% foi adotado para todas essas análises. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS versão 17.0 (SPSS Inc., IBM Company, NY, USA).

Todas as análises de associação do estudo III foram feitas mediante o coeficiente de correlação produto-momento de *Pearson*. Primeiramente, foi verificada a associação entre as mudanças no AF com as mudanças nas medidas de distribuição de fluidos (ACT, AIC e AEC) e de integridade e saúde celular (*R* e *Xc*) e os indicadores de CT considerando a temporada inteira. Essas análises de associação foram realizadas para cada categoria etária. Posteriormente, uma análise de correlação parcial ajustando para os efeitos idade cronológica, MG e MLG (covariáveis) foi usada para verificar se houve associação entre o AF e as medidas de desempenho físico nos diferentes momentos da temporada. Neste caso, as análises de correlação parcial foram realizadas para a amostra total após agrupar as variáveis de AF e desempenho físico de todas as categorias. A magnitude das correlações foram classificadas como: trivial ($r \leq 0,1$), pequena ($0,1 > r < 0,3$), moderada ($0,3 \leq r < 0,5$), grande ($0,5 \leq r < 0,7$), muito grande ($0,7 \leq r < 0,9$) e quase perfeita ($r \geq 0,9$) (HOPKINS et al., 2009). Além disso, inferências práticas baseada em magnitudes foram realizadas para

as análises de associação (HOPKINS, 2007). A chance da relação ter sido positiva, inconclusiva ou negativa foi calculada e avaliada qualitativamente da seguinte forma: provável (75-95%), muito provável (95-99%) e quase certamente ($> 99\%$). Se a chance da relação ter sido positiva ou negativa apresentassem resultados $> 5\%$, a inferência foi considerada como inconclusiva (BATTERHAM; HOPKINS, 2006).

4. RESULTADOS

4.1 Estudo I

A figura 2 apresenta a distribuição dos conteúdos de treinamento por categoria ao longo da temporada inteira. As sessões de treino técnico-tático constituíram o principal conteúdo de treinamento nas três categorias etárias (Sub-13, Sub-15 e Sub-17). No entanto, a proporção de tempo destinada a esse conteúdo de treinamento foi significativamente reduzida com o aumento da idade cronológica. Na sequência, com exceção da categoria Sub-17, o jogo foi o segundo conteúdo mais desenvolvido. Por último, observa-se que a proporção dos conteúdos de treinamento físico-técnico e de academia aumentou progressivamente com aumento da idade cronológica.

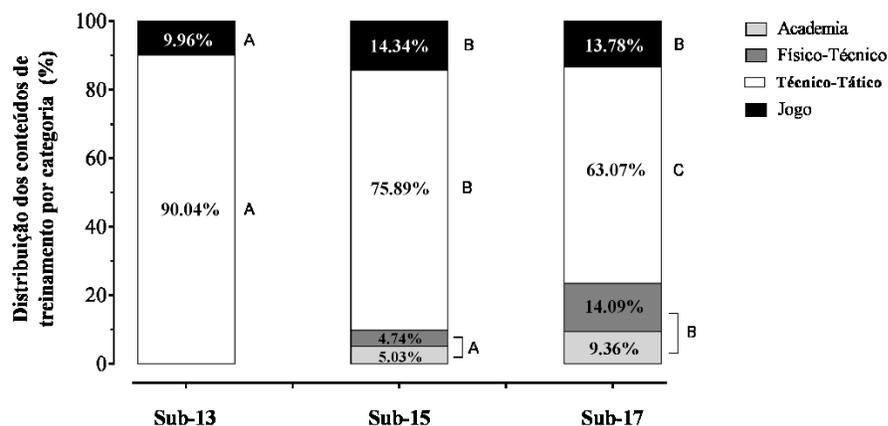


Figura 2. Distribuição dos conteúdos de treinamento por categoria (Sub-13, Sub-15 e Sub-17) durante a temporada inteira.

Nota: A, B = letras iguais indicam similaridade ($p > 0,05$) e letras diferentes indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) na distribuição dos conteúdos de treinamento entre as categorias etárias (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

A figura 3 apresenta as cargas de treinamento semanal total (CTST) ao longo das semanas durante a pré-temporada, período competitivo 1 e período competitivo 2 nas categorias Sub-13, Sub-15 e Sub-17. Na categoria Sub-13, a média da CTST foi $541,27 \pm 81,49$ u.a. A menor CTST

foi visualizada na semana 13 ($138,60 \pm 57,87$ u.a.), enquanto a maior CTST acumulada pelos jogadores foi na semana 35 ($1700,80 \pm 271,43$ u.a.). Na categoria Sub-15, a média da CTST foi $1523,39 \pm 100,64$ u.a. As semanas 1 ($2721,63 \pm 412,05$ u.a.) e 5 ($600,85 \pm 149,26$ u.a.) exibiram, respectivamente, a maior e menor CTST ao longo da temporada. Por último, na categoria Sub-17, a média da CTST foi $1774,43 \pm 228,43$ u.a. Nos jogadores mais velhos, a maior CTST foi observada na semana 5 ($2706,26 \pm 666,39$ u.a.), enquanto que a menor CTST foi visualizada na semana 18 ($867,67 \pm 322,39$ u.a.).

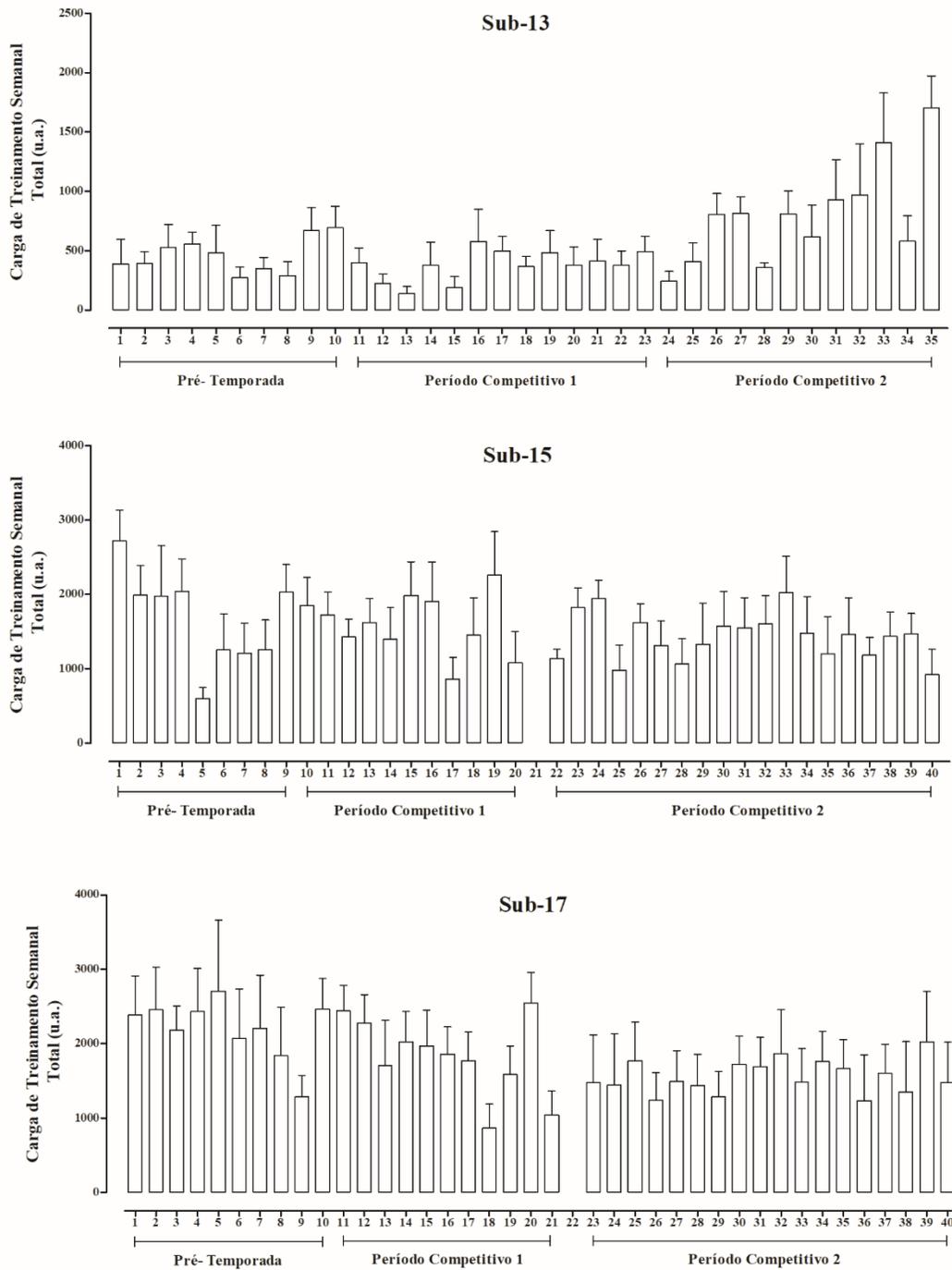


Figura 3. Estatística descritiva (média \pm dp) dos valores da CT semanal total (CTST) em cada semana durante a pré-temporada, período competitivo 1 e período competitivo 2 nas categorias Sub-13 (painel superior), Sub-15 (painel intermediário) e Sub-17 (painel inferior).

A figura 4 mostra o volume de treinamento geral (técnico-tático, jogo, físico-técnico e academia) distribuído nas diferentes zonas de intensidade determinadas pelo método da PSE durante a pré-temporada (painel A), o período competitivo 1 (painel B) e o período competitivo 2 (painel C) em cada categoria etária.

Na comparação do volume de treinamento geral entre as diferentes zonas de intensidade, o seguinte padrão de distribuição foi observado: pré-temporada (Sub-13: BI > IM > AI; Sub-15 e Sub-17: BI = AI < IM), período competitivo 1 (Sub-13: BI > IM > AI; Sub-15 e Sub-17: BI = IM > AI) e período competitivo 2 (Sub-13: BI = IM > AI; Sub-15: BI > IM > AI; Sub-17: BI = IM > AI).

Ao comparar o volume de treinamento geral em cada zona de intensidade entre as categorias etárias na pré-temporada e no período competitivo 1, verificou-se que os jogadores mais jovens (Sub-13) treinam mais tempo em BI e menos tempo em IM e AI que seus pares mais velhos (Sub-15 e Sub-17). Não houve diferença significativa ($p > 0.05$) entre as categorias Sub-15 e Sub-17 na pré-temporada, enquanto que no período competitivo 1 os jogadores do sub-15 treinaram mais tempo em BI e menos tempo em AI que os jogadores Sub-17. No último período competitivo, observou-se similaridade na distribuição dos volumes de treinamento geral em cada zona de intensidade entre as categorias etárias.

Ao comparar o volume de treinamento geral entre as diferentes fases da temporada, verificou-se que o volume de treinamento geral na zona de BI diminuiu e nas zonas de IM e AI aumentou entre a pré-temporada e o período competitivo 2 na categoria Sub-13. Por outro lado, nas categorias Sub-15 e Sub-17, observou-se que o volume de treinamento geral na zona de AI diminuiu e nas zonas de AI e IM aumentaram da fase de pré-temporada para o final do período competitivo 2.

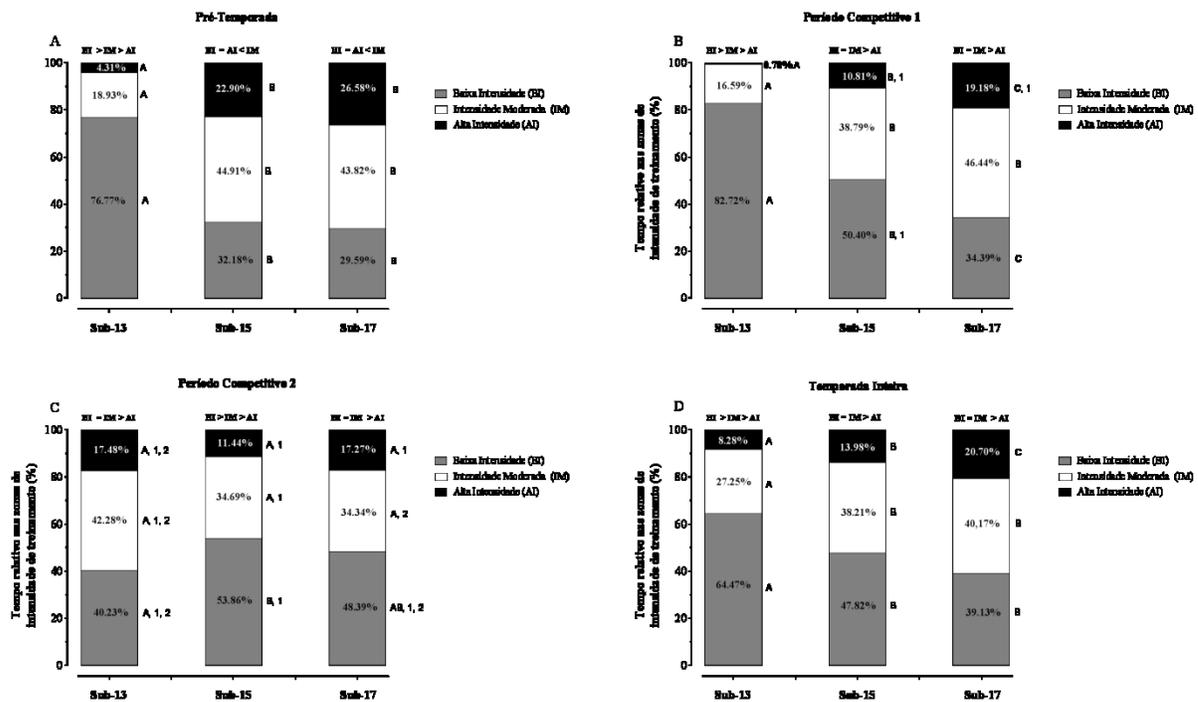


Figura 4. Padrão de distribuição do volume de treinamento geral nas diferentes zonas de intensidade em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17) durante a pré-temporada (painel A), período competitivo 1 (painel B), período competitivo 2 (painel C) e temporada inteira (painel D).

Nota: =, > ou < indicam se houve igualdade ($p > 0,05$) ou diferença ($p \leq 0,05$) no volume de treinamento geral entre cada zona de intensidade (BI, IM e AI); A, B, C = letras iguais indicam similaridade ($p > 0,05$) e letras diferentes indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) no volume de treinamento geral entre as categorias etárias dentro de cada zona de intensidade. 1, 2, 3 = 1,2,3 indicam que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para a pré-temporada, período competitivo 1 e período competitivo 2, respectivamente.

A carga de treinamento semanal total (CTST) (painel A), o valor de PSE da sessão (painel B) e o volume das sessões de treino (painel C) em cada categoria etária nas diferentes fases da temporada estão apresentados abaixo na Figura 5. Os valores médios da CTST e PSE da sessão foram menores na pré-temporada e maiores no período competitivo 2 para a categoria Sub-13, enquanto que o padrão inverso foi observado nas categorias Sub-15 e Sub-17. Com relação ao volume das sessões de treino, as sessões de treino na pré-temporada foram mais curtas na categoria Sub-13 e mais longas nas categorias Sub-15 e Sub-17 quando comparado aos períodos competitivos 1 ou 2.

A CTST foi mais alta nas categorias Sub-15 e Sub-17 que no Sub-13 em todas as fases da temporada. A PSE da sessão apresentou um comportamento similar, diferindo apenas no período

competitivo 2, em que os jogadores mais jovens (Sub-13) perceberam as sessões de treino como mais intensas que seus companheiros mais velhos.

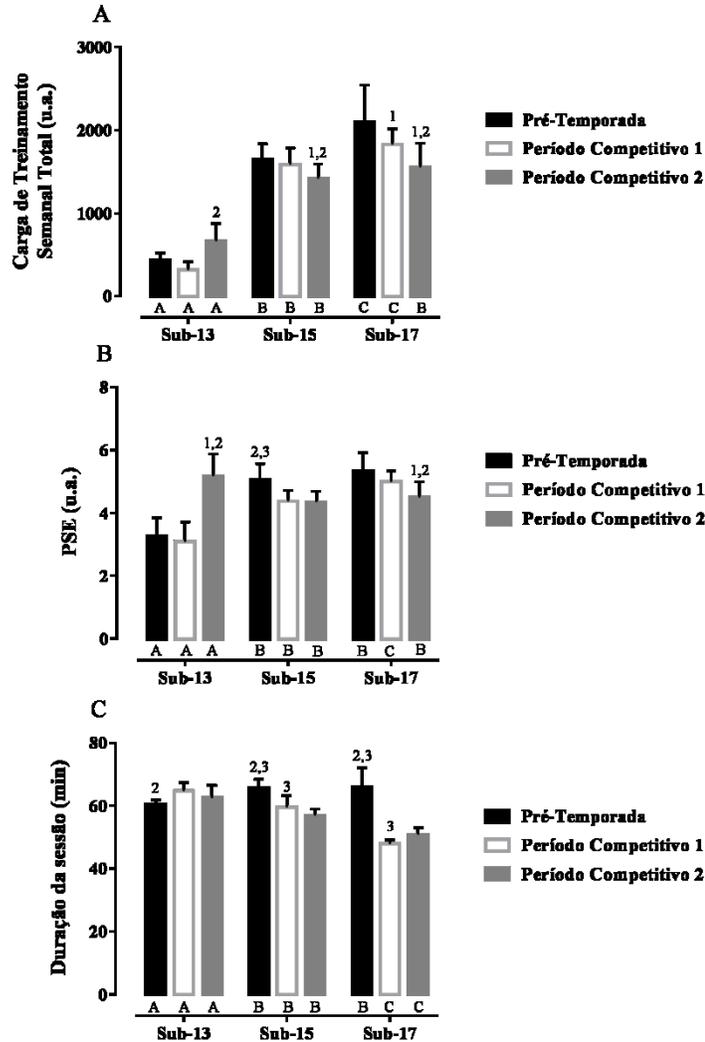


Figura 5. Carga de treinamento semanal média (painel A), PSE da sessão (painel B) e duração das sessões de treino (painel C) em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17) nas diferentes fases da temporada.

Nota: A, B, C = letras iguais indicam similaridade ($p > 0,05$) e letras diferentes indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as categorias etárias dentro do mesmo momento da temporada; 1, 2, 3 = 1,2,3 indicam que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para a pré-temporada, período competitivo 1 e período competitivo 2, respectivamente, para a mesma categoria etária.

As variáveis de estresse e recuperação derivadas do questionário *REST-Q* nos diferentes momentos da temporada (M1, M2, M3 e M4) estão descritas na Tabela 1. As medidas que apresentaram diferença significativa ao longo do tempo estão destacadas em negrito. Comparado ao M1, a escala de “estresse geral” estava significativamente maior no M4 em todas as categorias etárias. A escala de “estresse emocional” também estava aumentada no M4, mas somente na categoria Sub-17. A escala de “bem-estar geral” não variou na categoria Sub-13 ao longo da temporada, enquanto que nas categorias mais velhas foi significativamente menor no M2, M3 e no M4 comparado ao M1. As escalas “qualidade de sono”, “estar em forma”, “ Σ da recuperação” e “balanço recuperação-estresse” foram significativamente menores no M2 e M3 que no M1, independentemente da categoria etária. As demais escalas do questionário *REST-Q* não apresentaram diferença significante ao longo da temporada.

Tabela 1. Estatística descritiva (média \pm dp) para as medidas do estado de estresse e recuperação nos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

	Sub-13				Sub-15				Sub-17			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
1 – Estresse Geral	4,0 \pm 3,2*	4,6 \pm 2,8	4,0 \pm 3,1	5,0 \pm 3,7	4,0 \pm 3,0*	4,5 \pm 3,6	5,6 \pm 5,3	4,8 \pm 2,9	2,0 \pm 1,9*	4,5 \pm 3,3	4,8 \pm 4,2	5,3 \pm 4,8
2 – Estresse Emocional	6,4 \pm 4,0	6,6 \pm 5,0	6,1 \pm 3,6	4,6 \pm 3,4	7,1 \pm 3,0	6,3 \pm 3,1	6,8 \pm 4,5	5,5 \pm 3,2	4,0 \pm 2,2*	5,8 \pm 3,3	7,0 \pm 4,4	7,4 \pm 3,4
3 – Estresse Social	4,7 \pm 4,6	6,0 \pm 4,9	5,4 \pm 4,3	4,6 \pm 4,2	5,9 \pm 4,3	5,0 \pm 3,9	6,3 \pm 5,0	4,9 \pm 3,3	3,0 \pm 3,9	4,7 \pm 3,0	5,0 \pm 3,9	6,1 \pm 3,5
4 – Conflito/Pressão	8,7 \pm 4,5	8,9 \pm 4,3	9,0 \pm 2,7	8,3 \pm 3,9	10,5 \pm 2,9	9,4 \pm 3,7	9,9 \pm 5,7	9,1 \pm 3,6	8,2 \pm 2,9	8,4 \pm 3,7	8,3 \pm 3,6	9,2 \pm 3,0
5 – Fadiga	8,1 \pm 3,1	8,0 \pm 3,5	8,4 \pm 2,8	6,6 \pm 4,4	9,7 \pm 3,6	9,2 \pm 4,4	8,5 \pm 4,8	8,4 \pm 4,5	8,5 \pm 4,0	10,6 \pm 3,5	10,0 \pm 4,5	10,4 \pm 4,1
6 – Perda de Energia	6,3 \pm 3,1	6,1 \pm 1,7	6,0 \pm 2,0	4,6 \pm 2,3	5,5 \pm 2,5	5,7 \pm 3,1	5,6 \pm 2,7	4,5 \pm 3,6	3,5 \pm 3,3	5,1 \pm 4,1	5,5 \pm 4,1	5,4 \pm 3,6
7 – Queixas Físicas	5,3 \pm 2,0	6,0 \pm 1,7	6,4 \pm 2,8	4,6 \pm 2,9	8,3 \pm 2,8	8,3 \pm 3,6	8,5 \pm 5,1	7,5 \pm 4,0	7,1 \pm 4,7	7,7 \pm 3,1	7,3 \pm 3,1	6,8 \pm 4,3
8 – Sucesso	12,1 \pm 2,8	13,6 \pm 2,9	13,3 \pm 3,5	14,3 \pm 4,3	15,9 \pm 3,1	14,2 \pm 2,9	13,4 \pm 3,0	13,6 \pm 2,2	14,0 \pm 2,3	14,6 \pm 3,1	12,4 \pm 2,7	13,1 \pm 3,2
9 – Recuperação Social	16,3 \pm 3,3	16,7 \pm 4,0	16,6 \pm 4,0	17,3 \pm 4,1	18,4 \pm 2,6	16,4 \pm 4,3	16,7 \pm 5,2	16,4 \pm 4,4	18,3 \pm 2,9	16,9 \pm 4,0	15,9 \pm 4,0	16,1 \pm 3,1
10 – Recuperação Física	15,6 \pm 1,6	14,9 \pm 3,0	13,3 \pm 3,9	14,6 \pm 4,4	14,7 \pm 2,5	13,5 \pm 3,6	13,9 \pm 4,2	12,7 \pm 3,6	13,4 \pm 4,2	12,8 \pm 3,2	12,8 \pm 1,8	11,7 \pm 2,5
11 – Bem-Estar Geral	16,7 \pm 2,6	16,1 \pm 3,2	16,0 \pm 3,3	16,7 \pm 2,7	18,9 \pm 3,8**	16,9 \pm 4,4	16,5 \pm 5,6	16,3 \pm 4,8	20,5 \pm 2,5**	18,9 \pm 2,4&	15,2 \pm 5,5	15,2 \pm 5,6
12 – Qualidade do Sono	18,5 \pm 1,5**	16,3 \pm 1,1	15,3 \pm 2,3	17,9 \pm 2,2	18,7 \pm 3,0**	16,7 \pm 3,4	16,3 \pm 4,0	17,0 \pm 2,6	19,0 \pm 2,4**	16,6 \pm 3,3	15,3 \pm 2,8	15,1 \pm 2,8
13 – Distúrbios nos Intervalos	5,3 \pm 3,3	5,0 \pm 2,7	5,4 \pm 2,6	5,3 \pm 2,4	6,8 \pm 3,2	6,6 \pm 4,7	6,9 \pm 6,1	6,8 \pm 5,3	4,2 \pm 3,4	6,5 \pm 4,3	5,9 \pm 4,5	6,5 \pm 3,9
14 – Exaustão Emocional	4,1 \pm 4,2	6,4 \pm 3,7	5,3 \pm 2,7	4,3 \pm 3,5	6,1 \pm 4,7	5,1 \pm 4,7	5,4 \pm 5,7	5,5 \pm 4,6	3,1 \pm 2,5	4,1 \pm 4,3	3,8 \pm 3,8	3,7 \pm 4,4
15 – Lesões	7,4 \pm 4,0	9,6 \pm 4,9	9,9 \pm 3,1	8,1 \pm 4,3	9,5 \pm 4,9	10,1 \pm 3,1	10,6 \pm 4,8	9,1 \pm 5,8	8,3 \pm 4,8	9,5 \pm 2,8	7,4 \pm 3,1	7,5 \pm 3,7
16 – Estar em Forma	16,7 \pm 4,0**	16,4 \pm 2,4	14,9 \pm 4,3	16,4 \pm 3,3	17,2 \pm 3,9**	13,9 \pm 4,7	14,2 \pm 4,0	14,4 \pm 4,1	17,1 \pm 3,7**	15,0 \pm 2,9	13,6 \pm 3,0	13,7 \pm 3,5
17 – Aceitação Pessoal	11,6 \pm 3,1	11,6 \pm 3,1	12,1 \pm 4,2	12,3 \pm 4,5	14,5 \pm 4,9	11,6 \pm 4,3	12,2 \pm 4,8	11,9 \pm 3,0	14,0 \pm 3,6	12,9 \pm 1,8	12,5 \pm 4,0	12,5 \pm 4,1
18 – Auto-Eficácia	13,4 \pm 5,1	14,7 \pm 3,9	13,3 \pm 4,6	13,4 \pm 5,3	16,0 \pm 5,3	14,4 \pm 5,0	14,5 \pm 5,8	14,6 \pm 4,5	15,9 \pm 2,6	16,2 \pm 2,4	14,4 \pm 3,5	13,5 \pm 4,3
19 – Auto-Regulação	14,6 \pm 2,9	14,6 \pm 2,8	15,0 \pm 3,5	17,7 \pm 5,4	18,4 \pm 3,4	16,3 \pm 4,5	16,0 \pm 4,3	17,0 \pm 2,6	17,7 \pm 3,1	18,2 \pm 2,4	15,7 \pm 5,2	17,0 \pm 6,3
ΣRecuperação	135,0 \pm 13,2**	134,9 \pm 17,8	129,7 \pm 26,4	140,6 \pm 26,4	152,7 \pm 26,2**	133,8 \pm 29,7	133,6 \pm 29,8	133,9 \pm 24,1	149,9 \pm 17,4**	142,1 \pm 13,8	127,8 \pm 21,5	127,9 \pm 28,5
Σ Estresse	60,4 \pm 28,7	67,1 \pm 29,8	66,0 \pm 24,1	55,9 \pm 23,8	73,3 \pm 27,8	70,1 \pm 31,0	74,2 \pm 43,1	66,1 \pm 33,6	51,9 \pm 20,3	66,9 \pm 21,2	62,2 \pm 30,2	61,5 \pm 23,1
ΣRecuperação - ΣEstresse	74,6 \pm 31,8**	67,7 \pm 27,5	63,7 \pm 31,2	84,7 \pm 33,1	79,5 \pm 47,1**	63,7 \pm 56,0	59,5 \pm 63,8	67,8 \pm 50,4	98,0 \pm 35,3**	75,2 \pm 27,9	65,6 \pm 46,5	66,4 \pm 48,4

Nota: Escalas de 1 a 7 e 13 a 15 são associadas ao nível de estresse e compõe o somatório (Σ) de estresse; Escalas de 8 a 12 e 16 a 19 são associadas ao nível de recuperação e compõe o somatório (Σ) de recuperação; # = indica diferença entre o M1 e M2; + = indica diferença entre o M1 e M3; * = indica diferença entre o M1 e M4; & = indica diferença entre o M2 e M3; M1 = início da pré-temporada; M2 = final da pré-temporada; M3 = final do período competitivo 1; M4 = final do período competitivo 2.

A figura 6 apresenta as medidas de desempenho ao longo dos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária.

O desempenho no *sprint* de 10 m foi significativamente menor ($p < 0,05$) no Sub-13 comparado ao Sub-15 e Sub-17 independente do momento da temporada. Ao longo tempo, notou-se também que o desempenho no *sprint* de 10 m foi significativamente pior ($p < 0,01$) no M3 e M4 comparado ao M2 em todas as categorias etárias.

O desempenho no *sprint* 30 m foi significativamente ($p < 0,05$) diferente entre todas as categorias etárias no M1. Nos demais momentos da temporada, houve diferença significativa ($p < 0,01$) somente entre a categoria Sub-13 em relação às categorias Sub-15 e Sub-17, as quais não diferiram entre si. Nos jogadores mais jovens, nenhuma mudança foi observada ao longo da temporada no tempo do *sprint* de 30 m. Nas categorias Sub-15 e Sub-17, o desempenho no *sprint* de 30 m melhorou e piorou significativamente ($p \leq 0,001$) entre o M1 e M2, respectivamente, com nenhuma alteração subsequente até o final do M4.

As variáveis de desempenho RSA_{melhor} e $RSA_{\text{médio}}$ no teste *sprints* repetidos foram significativamente ($p < 0,05$) diferentes entre todas as categorias etárias no M1, enquanto nos demais momentos da temporada as diferenças foram significantes ($p < 0,05$) somente entre o Sub-13 comparado ao Sub-15 e Sub-17. Para a categoria Sub-17, nenhuma mudança significativa foi identificada ao longo do tempo. Na categoria Sub-15, observou-se uma melhora significativa somente entre o M1 e M2 ($p = 0,012$), enquanto na categoria Sub-13 foi observada melhoras significativas ($p < 0,05$) no RSA_{melho} e $RSA_{\text{médio}}$ ao final do M3 comparado ao M1 e M2.

O PV_{T-CAR} não apresentou mudanças significativas ($p > 0,05$) ao longo da temporada em nenhuma das categorias etárias. Foram encontradas diferença significativa ($p < 0,05$) entre as categorias etárias no M1 e M2 (Sub-13 < Sub-15 < Sub-17), no M3 (Sub-13 < Sub-15 = Sub-17) e no M4 (Sub-13 < Sub-17).

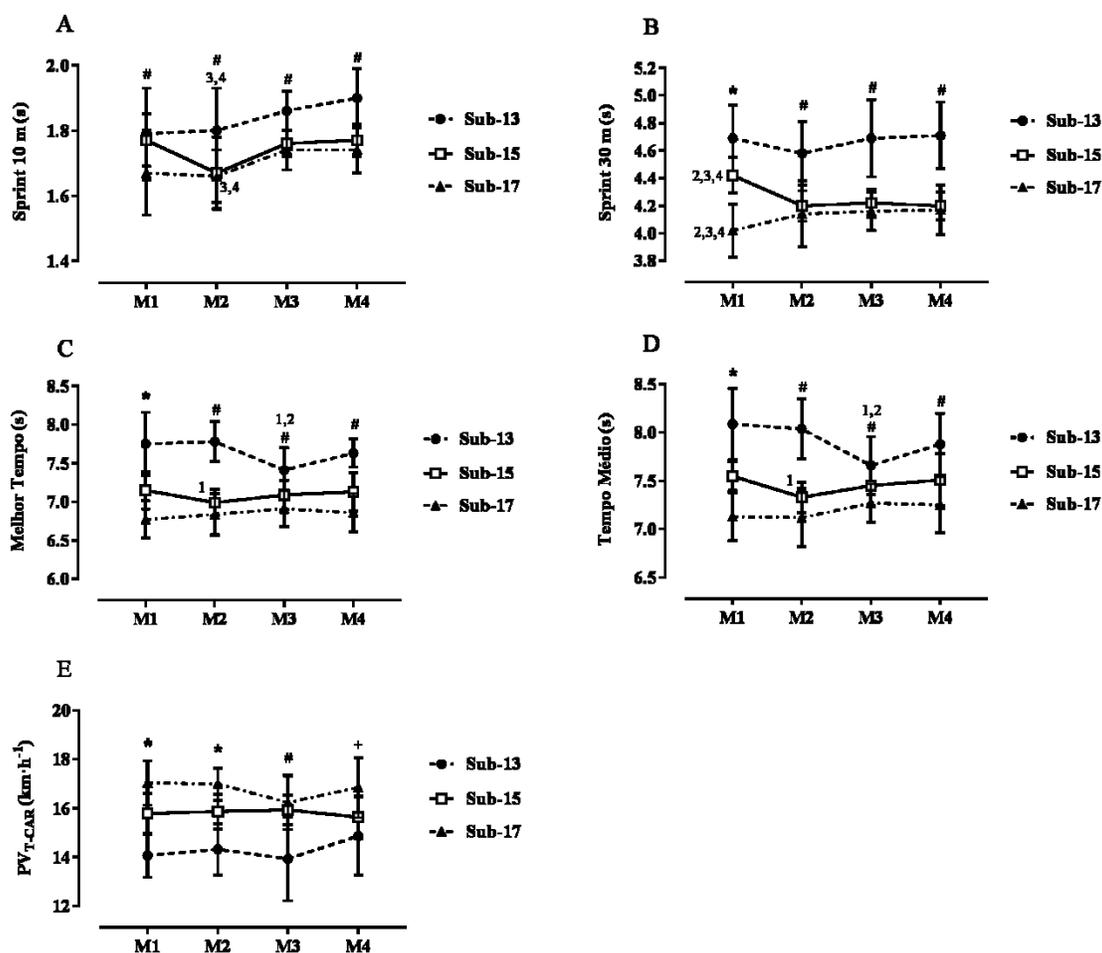


Figura 6. Valores descritivos (média \pm dp) para as variáveis de sprint de 10 m (painel A) e 30 m (painel B), melhor tempo (painel C) e tempo médio (painel D) no teste de sprints repetidos, e $PV_{T_{CAR}}$ (painel E) nos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

Nota: * = indica diferença significativa entre todas as categorias etárias; # = indica diferença significativa entre Sub-13 comparado ao Sub-15 e Sub-17; + = indica diferença significativa apenas entre Sub-13 e Sub-17; 1, 2, 3 e 4 = 1,2,3,4 indica diferença significativa para o M1 (início da pré-temporada), M2 (final da pré-temporada), M3 (final do período competitivo 1) e M4 (final do período competitivo 2) da temporada, respectivamente.

A tabela 2 apresenta os valores de correlação de Pearson entre as mudanças no estado de estresse e recuperação com diferentes indicadores de CT.

Tabela 2. Correlações de Pearson entre as mudanças no estado de estresse e recuperação derivadas do questionário REST-Q durante a pré-temporada e ao final do período competitivo 2 com diferentes indicadores de CT.

	Pré-Temporada			Temporada Inteira			
	1	2	3	2	3	4	5
Δ Bem-Estar Geral	-0,39 [#]	-0,53 ⁺	0,37 [#]	-	0,47*	-0,50*	-0,47*
Δ Estresse Geral	-	-	-	0,36 [#]	-	-	-
Δ Estresse Emocional	-	-	-	0,49*	-	-	-
Δ Qualidade de Sono	-	-	-	-0,47*	-	-0,36 [#]	-
$\Delta \Sigma$ Recuperação	-	-	-	-	-	-0,40*	-0,38 [#]

1 = Carga de treinamento semanal total; 2 = Tempo relativo na zona de alta intensidade; 3 = Tempo relativo na zona de baixa intensidade; 4 = Carga de treinamento total acumulada no ano; 5 = volume de treinamento acumulado no ano; [#] = provavelmente (chance acima de 75% dessa relação ser positiva ou negativa); * = muito provavelmente (chance acima de 95% dessa relação ser positiva ou negativa); + = quase certamente (chance acima de 99% dessa relação ser positiva ou negativa).

A tabela 3 mostra os valores de correlação de Pearson entre as mudanças nas medidas de desempenho físico com os diferentes indicadores de CT e estado de estresse e recuperação.

Tabela 3. Correlações de Pearson entre as mudanças nas medidas de desempenho físico durante a pré-temporada e ao final do período competitivo 2 com diferentes indicadores de CT e estado de estresse e recuperação.

	Pré-Temporada		Temporada Inteira						
	5	6	1	2	3	4	5	6	7
ΔPV_{T-CAR}	0,53*	0,37 [#]	-0,55 ⁺	-0,58 ⁺	-0,43*	-	-	-	-
Δ 10 m	-	-	-0,37 [#]	-0,44*	-	-	-	-	-
Δ 30 m	-	-	-	-	0,47*	-0,44*	-0,40*	-	0,59 ⁺
$\Delta RSA_{médio}$	-	-	0,51*	0,48*	-	-0,62 ⁺	-	-0,41*	-

1 = Carga de treinamento total acumulada no ano; 2 = volume de treinamento acumulado no ano; 3 = Tempo relativo na zona de alta intensidade; 4 = Δ bem-estar geral; 5 = Δ balanço recuperação-estresse; 6 = Δ do Σ de recuperação; 7 = Δ estresse emocional; [#] = provavelmente (chance maior que 75% dessa relação ser positiva ou negativa); * = muito provavelmente (chance acima de 95% dessa relação ser positiva ou negativa); + = quase certamente (chance acima de 99% dessa relação ser positiva ou negativa).

4.2 Estudo II

A tabela 4 apresenta os valores descritivos da estatura, massa corporal, MG, MLG e densidade mineral óssea de corpo inteiro e de diferentes regiões e segmentos do corpo ao longo da temporada. A comparação dos Δ das medidas de estatura, massa corporal, MG, MLG e DMO entre as faixas etárias estão apresentadas na Figura 7.

Foi identificada uma interação “grupo x tempo” significativa para as medidas de estatura ($F=17,575$; $p<0,001$) e MLG ($F=5,034$; $p=0,001$). Os jogadores Sub-13 foram mais baixos ($p<0,0001$) e apresentaram menor quantidade de MLG que os jogadores Sub-15 e Sub-17 independente do período da temporada. No entanto, os jogadores Sub-13 foram os que tiveram maiores ganhos de estatura e MLG entre o início da pré-temporada e final do período competitivo 2 em relação as outras categorias etárias. Não houve interação “grupo x tempo” para a massa corporal ($F=2,079$; $p=0,120$). Os jogadores Sub-13 foram mais leves que seus companheiros mais velhos (Sub-15 e Sub-17), não havendo nenhuma diferença entre essas duas últimas categorias. Os ganhos na massa corporal foram similares entre todas as categorias etárias. Para a MG (kg), não houve nenhuma interação “grupo x tempo” ($F=0,448$; $p=0,706$), bem como não foi identificado nenhum efeito do tempo ($F=2,044$; $p=0,154$) e do grupo ($F=0,009$; $p=0,991$).

Não foi encontrada nenhuma interação “grupo x tempo” ($F=1,345$; $p=0,275$) e efeito do tempo ($F=2,425$; $p=0,127$) para a DMO dos membros superiores. No entanto, foi identificado um efeito do grupo ($F=27,716$; $p<0,001$), com os jogadores Sub-13 apresentando valores menores que seus companheiros mais velhos (Sub-15 e Sub-17), os quais não diferem entre si. Houve uma interação “grupo x tempo” significativa ($F=4,859$; $p=0,002$) para a DMO dos membros inferiores, do trocânter do fêmur ($F=3,722$; $p=0,009$), do fêmur total ($F=3,699$; $p=0,009$) e da coluna lombar ($F=3,164$; $p=0,027$). Os jogadores Sub-13 exibiram menores valores de DMO dos membros inferiores, do trocânter do fêmur, do fêmur total e da coluna lombar que os jogadores Sub-15 e Sub-17 em todos os momentos da temporada. Contudo, os ganhos ao longo da temporada foram superiores para os jogadores mais jovens (Sub-13).

Nenhuma interação “grupo x tempo” foi observada para a DMO da coluna vertebral ($F=0,271$; $p=0,896$), do corpo inteiro ($F=2,049$; $p=0,122$), do cólo do fêmur ($F=1,025$; $p=0,401$) e do triângulo de *Wards* ($F=1,099$; $p=0,365$). Houve um efeito significativo do tempo para a DMO da coluna vertebral ($F=29,583$; $p<0,001$), do corpo inteiro ($F=69,342$; $p<0,001$), do cólo do fêmur ($F=24,105$; $p<0,001$) e do triângulo de *Wards* ($F=26,949$; $p<0,001$), com ganhos similares de DMO

nesses locais entre as três categorias etárias. Ainda houve uma diferença significativa entre os grupos etários, com os jogadores Sub-13 exibindo valores mais baixos de DMO da coluna vertebral ($F=44,262$; $p<0,001$), corpo inteiro ($F=61,342$; $p<0,001$), do cólo do fêmur ($F=32,150$; $p<0,001$) e do triângulo de *Wards* ($F=20,480$; $p<0,001$) que seus companheiros mais velhos.

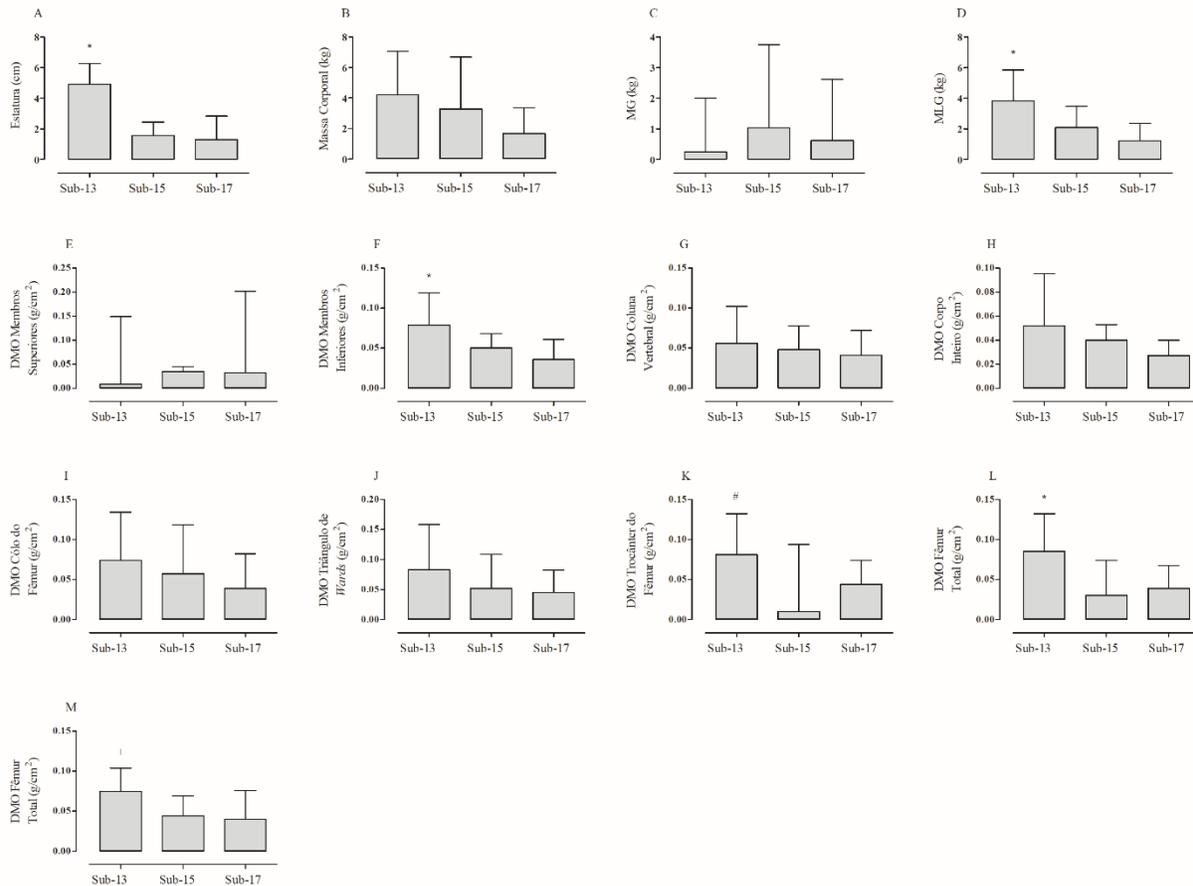


Figura 7. Comparação dos Δ das medidas de estatura, massa corporal, MG, MLG e DMO entre as categorias etárias (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

Nota: * = significativamente diferente do Sub-15 e Sub-17; # = significativamente diferente apenas do Sub-15; + = significativamente diferente apenas do Sub-17

Tabela 4. Estatística descritiva (média \pm dp) para as medidas de massa corporal, massa gorda, massa livre de gordura e densidade mineral óssea (DMO) de corpo inteiro e diferentes regiões e segmentos do corpo nos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

	Sub-13			Sub-15			Sub-17		
	M1	M3	M4	M1	M3	M4	M1	M3	M4
Idade	12,88 \pm 0,24	13,23 \pm 0,24	13,60 \pm 0,24	14,94 \pm 0,26	15,25 \pm 0,25	15,61 \pm 0,25	16,40	16,76 \pm 0,60	17,09 \pm 0,60
Estatura (cm)	155,1 \pm 5,4 ^{#*}	157,3 \pm 5,9*	160,0 \pm 6,0	174,7 \pm 7,0*	175,2 \pm 6,9*	176,2 \pm 7,1	177,7 \pm 5,4*	178,1 \pm 5,4*	179,0 \pm 6,0
Massa Corporal (kg)	44,4 \pm 5,0 ^{#*}	46,1 \pm 6,0*	48,6 \pm 7,1	63,8 \pm 6,0 ^{#*}	65,8 \pm 7,4*	66,9 \pm 7,5	68,7 \pm 5,3 ^{#*}	69,3 \pm 5,2*	70,3 \pm 5,8
Massa Gorda (kg)	7,6 \pm 2,1	7,5 \pm 2,5	7,9 \pm 2,8	7,0 \pm 2,3	7,6 \pm 3,4	7,9 \pm 4,3	7,4 \pm 3,0	7,4 \pm 2,9	7,8 \pm 3,6
Massa Livre de Gordura (kg)	34,8 \pm 5,0 ^{#*}	36,6 \pm 6,0*	38,6 \pm 6,5	54,3 \pm 4,2 ^{#*}	55,6 \pm 4,4	56,4 \pm 3,9	58,5 \pm 4,6*	59,2 \pm 4,1	59,7 \pm 4,7
DMO (g/cm²)									
Membros Superiores	0,76 \pm 0,17	0,72 \pm 0,07	0,75 \pm 0,09	0,87 \pm 0,04	0,88 \pm 0,04	0,91 \pm 0,04	0,92 \pm 0,04	0,94 \pm 0,04	0,95 \pm 0,04
Membros Inferiores	1,14 \pm 0,13 ^{#*}	1,19 \pm 0,14*	1,22 \pm 0,15	1,50 \pm 0,07 ^{#*}	1,52 \pm 0,07*	1,55 \pm 0,07	1,57 \pm 0,06*	1,58 \pm 0,08*	1,60 \pm 0,08
Coluna Vertebral	0,82 \pm 0,06 ^{#*}	0,86 \pm 0,07*	0,88 \pm 0,09	1,05 \pm 0,07 ^{#*}	1,07 \pm 0,07*	1,09 \pm 0,08	1,11 \pm 0,07 ^{#*}	1,13 \pm 0,07*	1,15 \pm 0,07
Corpo Inteiro	0,94 \pm 0,09 ^{#*}	0,96 \pm 0,09*	0,99 \pm 1,00	1,18 \pm 0,04 ^{#*}	1,19 \pm 0,04*	1,22 \pm 0,05	1,23 \pm 0,05 ^{#*}	1,24 \pm 0,05*	1,26 \pm 0,05
Cólo do Fêmur	0,97 \pm 0,09 ^{#*}	1,02 \pm 0,12*	1,05 \pm 0,12	1,32 \pm 0,10 ^{#*}	1,34 \pm 0,10*	1,37 \pm 0,11	1,45 \pm 0,17 ^{#*}	1,46 \pm 0,17*	1,49 \pm 0,18
Triângulo de Wards	0,98 \pm 0,13 ^{#*}	1,02 \pm 0,14*	1,06 \pm 0,15	1,33 \pm 0,11 ^{#*}	1,36 \pm 0,12*	1,38 \pm 0,14	1,43 \pm 0,19 ^{#*}	1,45 \pm 0,21*	1,47 \pm 0,21
Trocânter	0,88 \pm 0,12 ^{#*}	0,92 \pm 0,13	0,96 \pm 0,12	1,20 \pm 0,09 [#]	1,22 \pm 0,09	1,20 \pm 0,10	1,25 \pm 0,12*	1,27 \pm 0,12	1,29 \pm 0,13
Femur Total	1,03 \pm 0,13 ^{#*}	1,07 \pm 0,14*	1,11 \pm 0,14	1,36 \pm 0,08 ^{#*}	1,38 \pm 0,08	1,39 \pm 0,08	1,44 \pm 0,11*	1,46 \pm 0,12	1,48 \pm 0,13
Coluna Lombar	0,88 \pm 0,10 ^{#*}	0,92 \pm 0,10*	0,96 \pm 0,11	1,23 \pm 0,09 ^{#*}	1,25 \pm 0,09*	1,27 \pm 0,08	1,32 \pm 0,10 [#]	1,33 \pm 0,10*	1,36 \pm 0,11

= significativamente diferente do M3; * = significativamente diferente do M4; M1 = início da pré-temporada; M3 = final do período competitivo 1; M4 = final do período competitivo 2.

A tabela 5 mostra os valores de correlação entre o Δ da DMO do corpo inteiro e de diferentes regiões e segmentos do corpo com o Δ da MLG, $\Delta \Sigma$ Recuperação, $\Delta \Sigma$ Estresse e CT acumulada no ano em cada categoria etária.

Na categoria Sub-13, correlações positivas muito altas foram observadas entre o Δ de recuperação e os Δ da DMO dos membros superiores e do corpo inteiro. Ainda, o Δ da DMO dos membros superiores foi positivamente associado com a carga de treinamento acumulada no ano. Por outro lado, correlações inversas, de magnitude grande, foram observadas entre o Δ do Σ do estresse com os Δ da DMO dos membros inferiores, do cólo do fêmur, do trocânter do fêmur e do fêmur total.

Na categoria Sub-15, o Δ da DMO da coluna inteira foi inversamente associado com o Δ do Σ do estresse, mas positivamente correlacionado com a CT acumulada no ano. As demais associações foram consideradas como inconclusivas.

Na categoria Sub-17, houve uma associação positiva do Δ do Σ da recuperação com os Δ da DMO dos membros inferiores, do triângulo de *Wards* e do trocânter do fêmur. A CT total acumulada no ano também foi positivamente relacionada com o Δ da DMO do cólo do fêmur, do triângulo de *Wards*, do trocânter do fêmur e do fêmur total. No entanto, uma relação inversa foi identificada entre os Δ da DMO do triângulo de *Wards*, do trocânter do fêmur e do fêmur total com o Δ do Σ do estresse.

Tabela 5. Análises de correlação de Pearson entre o Δ da DMO do corpo inteiro e de diferentes regiões e segmentos do corpo com o Δ da MLG, $\Delta \Sigma$ Recuperação, $\Delta \Sigma$ Estresse e CT acumulada no ano em cada categoria etária.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sub-13									
Δ MLG	0,07	0,66*	0,52 [#]	0,45	0,56 [#]	0,45	0,44	0,61 [#]	0,79*
$\Delta \Sigma$ Recuperação	0,77*	0,30	0,15	0,71*	0,34	0,37	0,35	0,29	0,16
$\Delta \Sigma$ Estresse	0,19	-0,59 [#]	0,06	0,07	-0,67*	-0,43	-0,58 [#]	-0,69*	-0,40
CT anual	0,70*	0,03	-0,31	0,41	-0,33	-0,09	-0,03	-0,17	-0,22
Sub-15									
Δ MLG	0,55*	0,10	0,24	0,21	-0,04	0,28	0,08	0,10	0,23
$\Delta \Sigma$ Recuperação	-0,08	-0,33	0,24	-0,22	-0,04	-0,05	0,39	0,38	-0,17
$\Delta \Sigma$ Estresse	0,16	-0,25	-0,61*	-0,13	-0,25	0,18	-0,33	-0,25	-0,08
CT anual	0,15	-0,14	0,43 [#]	0,03	0,21	-0,10	0,14	0,22	0,11
Sub-17									
Δ MLG	-0,12	0,00	0,31	-0,18	-0,25	-0,34	-0,21	-0,45 [#]	0,38
$\Delta \Sigma$ Recuperação	-0,13	0,44 [#]	0,32	0,14	0,19	0,46 [#]	0,61*	0,30	0,39
$\Delta \Sigma$ Estresse	0,07	-0,32	-0,42	-0,09	-0,31	-0,56 [#]	-0,76 ⁺	-0,48 [#]	-0,36
CT anual	-0,49 [#]	-0,15	0,08	0,12	0,43 [#]	0,49 [#]	0,66*	0,53 [#]	-0,33

1 = DMO dos membros superiores; 2 = DMO dos membros inferiores; 3 = DMO da coluna vertebral; 4 = DMO do corpo inteiro; 5 = DMO do cólo do fêmur; 6 = DMO do triângulo de Wards; 7 = DMO do trocânter do fêmur; 8 = DMO do fêmur total; 9 = DMO da coluna lombar (L1-L4); DMO = densidade mineral óssea; Σ = somatório; CT = carga de treinamento; # = provavelmente (chance acima de 75% dessa relação ser positiva ou negativa); * = muito provavelmente (chance acima de 95% dessa relação ser positiva ou negativa); + = quase certamente (chance acima de 99% dessa relação ser positiva ou negativa).

4.3 Estudo III

A tabela 6 apresenta os valores descritivos das variáveis de distribuição de fluido e indicadores de integridade e saúde celular para as três categorias etárias ao longo da temporada.

Não houve nenhum efeito de interação “grupo x tempo” para as variáveis de AIC ($F=0,386$; $p=0,773$), AEC ($F=0,277$; $p=0,847$), ACT ($F=0,320$; $p=0,819$) e R ($F=1,517$; $p=0,208$). Foi identificado um efeito significativo ($p<0,05$) do tempo e do grupo para essas variáveis. Os jogadores Sub-13 apresentavam menor AIC ($F=55,850$; $p<0,001$), AEC ($F=47,062$; $p<0,001$) e ACT ($F=52,991$; $p<0,001$), e maior R ($F=6,635$; $p=0,004$) que seus companheiros mais velhos, os quais não diferiram entre si. O volume de AIC ($F=9,093$; $p=0,001$), AEC ($F=7,325$; $p=0,003$) e ACT ($F=8,373$; $p=0,002$) foram maiores no final do período competitivo 2 comparado ao início da pré-temporada e final do período competitivo 1. Por outro lado, os valores de R ($F=22,900$; $p<0,001$) foram maiores ao final do período competitivo 1 em relação ao início da pré-temporada e ao final do período competitivo 2.

Houve uma interação “grupo x tempo” significativa para a X_c ($F=6,227$; $p<0,001$) e o AF ($F=4,940$; $p=0,002$). No início da pré-temporada, a X_c foi diferente somente entre Sub-13 e Sub-17 ($p=0,001$), enquanto que ao final do período competitivo 1, os valores de X_c foram menores para o Sub-13 comparado ao Sub-15 ($p=0,001$) e Sub-17 ($p<0,001$). Os valores de X_c não diferiram ($p>0,05$) entre as categorias etárias ao final do período competitivo 2. Para a categoria Sub-13, os valores de X_c foram significativamente maiores ao final do período competitivo 1 ($p=0,022$) e período competitivo 2 ($p=0,002$) comparado a pré-temporada. No entanto, para as categorias Sub-15 e Sub-17, os valores de X_c aumentaram do início da pré-temporada para o final do período competitivo 1 ($p\leq 0,001$), mas diminuíram ao final do período competitivo 2 ($p<0,01$), retornando aos valores do início da pré-temporada. O AF foi significativamente menor na categoria Sub-13 comparada as categorias Sub-15 e Sub-17 em todos os momentos da temporada. Comparado ao início da pré-temporada, o AF apresentou um aumento significativo somente ao final do período competitivo 2 nas categorias Sub-13 e Sub-17. Na categoria Sub-15, o AF aumentou entre o início da pré-temporada e o final do período competitivo 1, e depois manteve-se inalterado até o final do período competitivo 2.

Tabela 6. Estatística descritiva (média \pm dp) para as medidas de distribuição de fluidos e de integridade e saúde celular nos diferentes momentos da temporada em cada categoria etária (Sub-13, Sub-15 e Sub-17).

	Sub-13			Sub-15			Sub-17		
	M1	M3	M4	M1	M3	M4	M1	M3	M4
Distribuição de Fluidos									
AIC (L)	17,52 \pm 2,41*	18,13 \pm 2,83*	19,28 \pm 3,42	26,31 \pm 2,19*	26,81 \pm 2,73*	27,86 \pm 2,54	28,61 \pm 2,58*	28,49 \pm 2,53*	29,44 \pm 2,60
AEC (L)	10,73 \pm 1,42*	10,97 \pm 1,64*	11,58 \pm 1,97	15,44 \pm 1,24*	15,35 \pm 1,56*	16,04 \pm 1,49	16,43 \pm 1,36*	16,20 \pm 1,27*	16,86 \pm 1,47
ACT (L)	28,26 \pm 3,83*	29,10 \pm 4,47*	30,86 \pm 5,38	41,75 \pm 3,40*	42,16 \pm 4,27*	43,90 \pm 4,01	45,04 \pm 3,91*	44,69 \pm 3,78*	46,30 \pm 4,05
Integridade e Saúde Celular									
Resistência (Ohms)	534,1 \pm 55,5 [#]	557,8 \pm 68,8*	544,4 \pm 66,0	476,3 \pm 37,6 [#]	502,4 \pm 35,1*	468,7 \pm 32,7	480,7 \pm 39,9 [#]	498,5 \pm 44,6*	471,9 \pm 43,5
Reatância (Ohms)	48,50 \pm 3,02 ^{#*}	51,03 \pm 3,39	52,26 \pm 3,87	52,10 \pm 3,64 ^{#*}	58,27 \pm 3,44*	54,27 \pm 3,14	55,64 \pm 5,10 [#]	58,83 \pm 5,11*	56,15 \pm 5,52
Ângulo de fase (°)	5,23 \pm 0,42*	5,28 \pm 0,43*	5,55 \pm 0,56	6,28 \pm 0,40 ^{#*}	6,66 \pm 0,39	6,65 \pm 0,34	6,65 \pm 0,56*	6,78 \pm 0,48	6,83 \pm 0,43

[#] = significativamente diferente do M3; * = significativamente diferente do M4; M1 = início da pré-temporada; M3 = final do período competitivo 1; M4 = final do período competitivo 2.

A tabela 7 mostra os valores de correlação de Pearson do Δ do AF com as mudanças nas medidas de distribuição de fluidos, R , X_c e indicadores de CT entre o início da pré-temporada e final do período competitivo 2.

Na categoria Sub-13, o Δ do AF foi positivamente relacionado com o Δ da AIC, AEC e ACT, mas inversamente associado com o Δ da R corporal. As demais relações foram consideradas como inconclusivas. Na categoria Sub-15, o Δ do AF foi positivamente relacionado com o Δ da AIC e ACT e o tempo relativo acumulado na zona de alta intensidade, mas inversamente correlacionado com o volume anual de treinamento. Na categoria Sub-17, observou-se uma relação positiva do Δ do AF com o Δ da X_c e o tempo relativo de treino na zona de baixa intensidade. Por fim, uma relação inversa foi identificada entre o Δ do AF e o tempo relativo acumulado na zona de alta intensidade.

Tabela 7. Análises de correlação de Pearson do Δ do AF com as mudanças nas medidas de distribuição de fluidos, resistência, reatância e indicadores de CT.

	Sub-13 (n=9)	Sub-15 (n=14)	Sub-17 (n=12)
	Δ Ângulo de Fase	Δ Ângulo de Fase	Δ Ângulo de Fase
Δ AIC (L)	0,71*	0,44 [#]	0,29
Δ AEC (L)	0,65*	0,37	-0,04
Δ ACT (L)	0,69*	0,42 [#]	0,16
Δ Resistência (ohms)	-0,89 ⁺	-0,34	0,23
Δ Reatância (ohms)	0,24	0,19	0,63*
CT anual (u.a.)	-0,29	-0,14	-0,42
Volume anual (min)	0,06	-0,45 [#]	-0,21
Tempo relativo em BI (%)	0,44	-0,38	0,69*
Tempo relativo em IM (%)	-0,48	0,09	-0,37
Tempo relativo em AI (%)	0,05	0,50 [#]	-0,57 [#]

AF = ângulo de fase; AIC = água intracelular; AEC = água extracelular; ACT = água corporal total; CT = carga de treinamento; BI = baixa intensidade; IM = intensidade moderada; AI = alta intensidade; [#] = provavelmente (chance acima de 75% dessa relação ser positiva ou negativa); * = muito provavelmente (chance acima de 95% dessa relação ser positiva ou negativa); + = quase certamente (chance acima de 99% dessa relação ser positiva ou negativa).

A tabela 8 apresenta os valores de correlação parcial entre o AF e as medidas de desempenho físico ajustando para os efeitos da idade, MLG e MG durante a pré-temporada, período competitivo 1 e período competitivo 2. Na pré-temporada e no período competitivo 1, o AF foi inversamente relacionado com os tempos no *sprint* de 30 m, RSA_{melhor} e $RSA_{\text{médio}}$. No entanto, nenhuma relação substancial foi encontrada entre o AF e as medidas de desempenho no período competitivo 2.

Tabela 8. Análise de correlação parcial entre o AF e as medidas de desempenho físico ajustando para os efeitos da idade, MLG e MG durante a pré-temporada, período competitivo 1 e período competitivo 2.

	Pré-Temporada	Período Competitivo 1	Período Competitivo 2
	Ângulo de Fase	Ângulo de Fase	Ângulo de Fase
PV_{T-CAR} ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	0,21	-0,18	-0,27
Sprint 10 m (s)	-0,19	-0,23	-0,04
Sprint 30 m (s)	-0,34 [#]	-0,53*	-0,19
$RSAmelhor$ (s)	-0,49*	-0,39 [#]	0,08
$RSAmédio$ (s)	-0,55*	-0,26	0,35

PV_{T-CAR} = pico de velocidade no teste de Carminatti (T-CAR); # = provavelmente (chance acima de 75% dessa relação ser positiva ou negativa); * = muito provavelmente (chance acima de 95% dessa relação ser positiva ou negativa); + = quase certamente (chance acima de 99% dessa relação ser positiva ou negativa).

5. DISCUSSÃO

5.1 Estudo I

Os principais achados do presente estudo foram: (i) as sessões de treino técnico-tático representam a maior proporção dos conteúdos de treinamento; no entanto, com o aumento da idade cronológica a diminuição observada na proporção do conteúdo de treinamento técnico-tático é acompanhada por um aumento progressivo nos conteúdos de treinamento físico-técnico e de academia; (ii) as maiores cargas de treinamento (volume e intensidade) foram aplicadas na pré-temporada para as categorias mais velhas (Sub-15 e Sub-17) e no final do período competitivo 2 para a categoria Sub-13; (iii) a distribuição do volume de treinamento nas diferentes zonas de intensidade foi dependente da categoria etária e do período da temporada; (iv) o estado de estresse e recuperação foram igualmente afetados nas três categorias competitivas (exceto para as escalas de “estresse

emocional” e “bem-estar geral”), enquanto que o nível de desempenho físico foi mais comprometido na categoria Sub-17 que nas categorias Sub-13 e Sub-15.

O método da PSE da sessão tem sido uma ferramenta válida, reprodutível, de baixo custo e fácil aplicabilidade para quantificar a CIT em atletas de diferentes modalidades esportivas (FOSTER et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2004). Enquanto a maior parte das investigações na literatura tem sido direcionada aos atletas adultos (DEBIEN et al., 2018; MALONE et al., 2015; MILOSKI et al., 2015; MOREIRA et al., 2015), o presente estudo apresenta como novidade a descrição da distribuição e comparação das cargas de treinamento quantificadas a partir do método da PSE da sessão durante uma temporada inteira composta por 35 semanas na categoria Sub-13 e 40 semanas nas categorias Sub-15 e Sub-17.

No contexto dos esportes coletivos, diversos estudos têm descritos a dinâmica das cargas de treinamento nos diferentes momentos da temporada em diferentes modalidades, especialmente em atletas adultos (DEBIEN et al., 2018; MALONE et al., 2015; MILOSKI et al., 2015; MOREIRA et al., 2015). Esses estudos têm mostrado que o período de pré-temporada é caracterizado por cargas de treinamento, intensidade e duração das sessões mais elevadas que o período competitivo (DEBIEN et al., 2018; MALONE et al., 2015; MILOSKI et al., 2015; MOREIRA et al., 2015). No presente estudo, maiores valores de CIT, intensidade (valor da PSE) e duração das sessões de treino também foram observados durante a pré-temporada comparado aos períodos competitivos 1 e 2 nas categorias mais velhas (Sub-15 e Sub-17), enquanto que um padrão inverso foi exibido na categoria Sub-13. É interessante perceber que mesmo com um maior tempo disponível nas categorias de base (8-10 semanas) em relação às equipes profissionais (4-6 semanas) para o período de preparação dos jogadores, o modelo de organização das cargas de treinamento em jovens Sub-15 e Sub-17 foi similar àqueles usados em adultos futebolistas (FESSI et al., 2016; MALONE et al., 2015).

O padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento nas modalidades coletivas também tem sido amplamente debatido por cientistas e profissionais do esporte (DEBIEN et al., 2018; MALONE et al., 2015; MILOSKI et al., 2015; MOREIRA et al., 2015). Embora o padrão “ótimo” de distribuição da intensidade de treinamento ainda precise ser mais bem explorado e compreendido nos esportes coletivos, um estudo com jogadores adultos de futsal mostrou que uma proporção de 40% (intensidade alta e moderada-alta) e 60% (intensidade baixa e moderada-baixa) foi adequada para promover adaptações positivas no desempenho físico ao longo da

temporada competitiva (MILOSKI et al., 2015). O presente estudo é o primeiro a reportar a distribuição da intensidade das sessões de treinamento em jovens futebolistas de diferentes faixas etárias (Sub-13, Sub-15 e Sub-17). Durante a pré-temporada, os jogadores das categorias Sub-15 e Sub-17 treinaram mais tempo em intensidade moderada (44,91% e 43,82%, respectivamente) e menos tempo nas zonas de baixa (32,18% e 29,59%, respectivamente) e alta intensidade (22,90% e 26,58%, respectivamente), as quais não diferiram entre si. Usando uma abordagem similar ao do presente estudo, Moreira et al. (2015) e Algrøy et al. (2011) também mostraram que jogadores de futebol australiano e futebol, respectivamente, completaram 55,2% e 38% das sessões de treino em intensidade moderada. Ainda, o tempo acumulado em treinamentos de alta intensidade na categoria Sub-17 em nosso estudo e no estudo de Algrøy et al. (2011) com atletas profissionais foram similar (26,58% vs. 27,0%). Para a categoria Sub-13 um padrão distinto foi observado, no qual mais de 75% do tempo de treinamento foi realizado em baixa intensidade ($PSE \leq 4$ u.a.) tanto na pré-temporada quanto no período competitivo 1. Isso possivelmente pode ser atribuído ao maior tempo destinado ao processo de aprendizagem das habilidades técnicas e princípios táticos em dimensões de campo mais curtas nessa faixa etária, o que, por sua vez, implica em menores demandas de esforço físico durante as sessões de treinamento técnico-tático (Figura 4) (ABADE et al., 2014).

Por outro lado, durante o período competitivo 1 e principalmente o PC2, o padrão de distribuição da intensidade de treinamento nas categorias Sub-15 e Sub-17 foi distinto comparado a pré-temporada. Os jogadores Sub-15 e Sub-17 realizaram significativamente mais tempo de treinamento na zona de baixa intensidade (50-53% e 35-48%, respectivamente) e menos tempo na zona de alta intensidade (10-11% e 17-19%, respectivamente) (Figura 4). Essa maior proporção de treinos em BI e IM no período competitivo podem ser atribuídas a maior preocupação dos treinadores e preparadores físicos em garantir que os jogadores estejam bem recuperados entre as partidas e reduzir o efeito da fadiga de treinamento, permitindo assim um desempenho ótimo no jogo. É importante destacar que no contexto profissional, a proporção do volume de treinamento na zona de AI durante o período competitivo tem sido maior que o encontrado neste estudo com jovens (22-38% vs. 10-19%) (ALGRØY et al., 2011; MOREIRA et al., 2015). Essa diferença entre as equipes de base/formação e as equipes profissionais pode ser atribuída a maior demanda de jogos oficiais para os jogadores adultos que possuem um maior calendário de competições anuais. Para os jogadores mais jovens (Sub-13), houve um aumento no tempo de treinamento nas zonas de AI e IM paralelamente a uma redução no tempo destinado a atividades de BI durante o PC2. O

aumento nas zonas de AI e IM visualizada na categoria Sub-13 foi provavelmente devido ao aumento na contribuição da carga do jogo na dose de treinamento geral no PC2, uma vez que o jogo nessa faixa etária demanda esforços de alta intensidade ($PSE > 7$ u.a.) (WRIGLEY et al., 2012).

A distribuição adequada das cargas de treinamento ao longo de cada período da temporada é considerada essencial para permitir que o atleta alcance seus melhores desempenhos no período de competição e evitar qualquer efeito indesejável tais como acúmulo excessivo de fadiga e um consequente risco de *overreaching* não funcional (BOURDON et al., 2017). Os resultados do atual estudo mostraram que algumas medidas de nível de estresse e recuperação foram negativamente afetadas em diferentes momentos da temporada e que essas mudanças foram dependentes da faixa etária, especificamente em duas escalas (“estresse emocional” e “bem-estar geral”). Do início para o final da pré-temporada, houve uma deterioração significativa da percepção de “qualidade de sono”, “estar em forma” e “bem-estar geral”. Enquanto as duas primeiras escalas foram igualmente afetadas em todas as categorias etárias, a última escala foi afetada apenas nas categorias Sub-15 e Sub-17. Como consequência das alterações nessas medidas, o nível de recuperação percebida dos atletas e o estado de recuperação-estresse estavam comprometidos ao final da pré-temporada (Tabela 1). Além disso, destaca-se que ao final do período competitivo 1 (M3), essas medidas associadas ao nível de recuperação e estado de recuperação-estresse ainda permaneciam reduzidas em relação ao início da pré-temporada (M1), retornando próximo aos valores de *baseline* apenas ao final do período competitivo 2 (M4), com exceção da escala de “bem-estar geral”.

De um modo geral, esses achados aqui mostrados são similares àqueles encontrado por Faude et al. (2011) que também reportaram menores níveis de recuperação e maiores níveis de estresse após a pré-temporada (período preparatório) e ao final da temporada competitiva em jogadores profissionais da liga nacional alemã. Na mesma direção dos nossos achados, Fessi et al. (2016) mostraram maiores níveis de estresse, fadiga e dor muscular e menor qualidade de sono no período de pré-temporada comparado ao período competitivo em jogadores de futebol profissional. No contexto de jovens atletas, Noon et al. (NOON et al., 2015) também reportaram diminuições na percepção de bem-estar (composta pelos itens: motivação para treinar, apetite, qualidade do sono, dor muscular, fadiga, estresse e recuperação) conforme a temporada competitiva progrediu em jogadores ingleses da categoria Sub-17.

Cargas de treinamento elevada, como essas observadas no período de pré-temporada no atual estudo, estão entre os principais fatores que poderiam explicar a diminuição no estado de recuperação-estresse ao final da pré-temporada e em direção ao final da temporada competitiva (FESSI et al., 2016; SAWCZUK et al., 2018a, 2018b). Estudos prévios realizados com atletas adolescentes e adultos de diferentes modalidades coletivas têm mostrado que maiores cargas de treinamento acumulada na semana de treino são associados com maiores níveis de estresse, fadiga e dor muscular, e inversamente associados com a qualidade de sono e percepção de bem-estar geral (SAWCZUK et al., 2018a, 2018b). No presente estudo, o delta de mudança (Δ) da percepção de “bem-estar geral”, “qualidade do sono” e “ Σ de recuperação” ao final da pré-temporada (M2-M1) e/ou ao final da temporada competitiva 2 (M4-M1) foram inversamente associados com as medidas de CT total acumulada, volume anual de treinamento e tempo de treino dispendido na zona de alta intensidade (Tabela 2). Também foi observado neste estudo que as mudanças (Δ) entre o início e o final da temporada (M4-M1) no “estresse geral” ($r=0,36$) e “estresse emocional” ($r=0,49$) foram positivamente relacionados com o tempo de treinamento acumulado em alta intensidade (Tabela 2). Ainda, uma relação positiva foi observada para o tempo de treinamento acumulado na zona de baixa intensidade ($r=0,37$ e $r=0,47$) com o Δ da percepção de “bem-estar geral” ao final da pré-temporada e do período competitivo 2. De modo geral, essas informações indicam que os atletas que acumularam as maiores cargas e volume de treinamento anual e treinaram mais tempo na zona de alta intensidade tiveram os maiores aumentos nos níveis de “estresse geral” e “estresse emocional”, e também as maiores reduções na percepção de “bem-estar geral”, “qualidade do sono” e “ Σ de recuperação”. Esses dados também sugerem que manipular a proporção de treinamentos realizado na zona de baixa intensidade pode ser uma estratégia para preservar ou até aumentar a percepção de bem-estar geral do atleta.

Tão importante quanto estabelecer rotinas de controle das cargas de treinamento e do estado de recuperação-estresse dos atletas, é monitorar o nível de desempenho físico dos atletas quando possível. Essas informações obtidas de forma combinada são essenciais na tomada de decisão de treinadores e preparadores físicos para verificar o nível de prontidão do atleta para competir (BOURDON et al., 2017; BUCHHEIT et al., 2013).

Nossos dados mostraram que o PV_{T-CAR} não foi modificado ao longo da temporada competitiva nas três categorias etárias. Esses achados são contrários aos resultados encontrados em estudos anteriores mostrando que o desempenho no *Yo-Yo IR level 1* melhorou ao longo da

temporada (BUCHHEIT et al., 2013; NOON et al., 2015). Essa manutenção do desempenho aeróbio ao longo da temporada pode estar atrelada a diferentes fatores que limitem as adaptações ao treinamento, tais como nível inicial de condicionamento dos atletas, acúmulo excessivo de carga de treino ou ainda estímulo de treinamento insuficiente.

No atual estudo, o Δ do PV_{T-CAR} durante a pré-temporada foi positivamente associado ao Δ do Σ de recuperação ($r=0,37$) e Δ do estado de recuperação-estresse ($r=0,53$), sugerindo que os jogadores com maiores níveis de recuperação percebida e menores sintomas de estresse exibiram maiores ganhos de desempenho aeróbio intermitente. Por outro lado, ao final do período competitivo 2, observou-se que Δ do PV_{T-CAR} foi inversamente relacionado com CT anual acumulada ($r=-0,55$), volume de treinamento ($r=-0,58$) e tempo relativo de sessões de treino na zona de alta intensidade ($r=-0,43$). Para o nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo mostrando uma relação dose-resposta negativa entre o tempo de treino acumulado especificamente na zona de alta intensidade e as mudanças no desempenho aeróbio intermitente (PV_{T-CAR}) em jovens jogadores de futebol com idades entre 13 e 17 anos. Apesar de divergirem de alguns estudos prévios que mostraram associação positiva entre a CIT acumulada (quantificada pela PSE ou pela FC) e as melhorias no desempenho aeróbio intermitente (CAMPOS-VAZQUEZ et al., 2017; MANZI et al., 2013), nossos resultados foram similares àqueles reportados em um recente estudo mostrando correlações negativas entre a CIT semanal média ($r=-0,69$) e a mudança no *Yo-Yo IR Level 1* após três semanas de treinamento na pré-temporada em jogadores de futebol Sub-20 (FIGUEIREDO et al., 2019). Em conjunto, essas informações aqui apresentadas, destacam a importância do monitoramento das cargas de treinamento e do estado de recuperação-estresse de jovens jogadores (13-17 anos) desde cedo, visto que podem interferir diretamente na resposta adaptativa aos estímulos de treinamento.

No que diz respeito às variáveis de desempenho com predominância anaeróbia analisadas no atual estudo, foi possível observar que houve um padrão distinto de adaptação ao longo da temporada entre as categorias etárias. Nas categorias Sub-13 e Sub-17, o desempenho no teste de *sprints* repetidos (RSA_{melhor} e $RSA_{médio}$) não melhorou em nenhum momento da temporada (exceto no M3 para o Sub-13), enquanto o tempo dos *sprints* de 10 m e 30 m aumentou (*i.e.*, piorou) ou manteve-se igual no final do período competitivo 2 comparado ao início ou ao final da pré-temporada. Por outro lado, na categoria Sub-15, houve uma melhora significativa do início para o final da pré-temporada no desempenho de *sprint* de 30 m e no protocolo de *sprints* repetidos

(RSA_{melhor} e $RSA_{\text{médio}}$) (Figura 6), os quais permaneceram inalterados até o final do período competitivo 2.

Compreender os fatores que afetam a relação dose-resposta é essencial no processo de treinamento, especialmente para manipular adequadamente o estímulo de treinamento. No presente estudo, as análises de correlação mostraram que os aumentos no tempo de *sprint* de 30 m (queda de desempenho) ao final do período competitivo 2 foram positivamente associados com o maior tempo de treino acumulado em alta intensidade ($r=0,47$) e aumento nos sintomas de estresse emocional ($r=0,59$), assim como foi negativamente associado ao menor balanço recuperação-estresse ($r=-0,40$) e percepção de bem-estar geral ($r=-0,44$). Ainda, o Δ do $RSA_{\text{médio}}$ também foi positivamente relacionado com a CIT acumulada ($r=0,51$) e o volume de treinamento anual ($r=0,48$) e inversamente relacionado com o Δ da percepção de bem-estar geral ($r=-0,62$) e o Δ do Σ de recuperação ($r=-0,41$) (Tabela 3).

Com base nesses resultados mostrados previamente e nas informações disponíveis na literatura, é possível sugerir que o comprometimento no desempenho da velocidade de corrida e a ausência de melhorias na capacidade de *sprints* repetidos (RSA) na categoria Sub-17 pode estar relacionado, pelo menos em parte, ao acúmulo excessivo de CT aliado ao aumento nos sintomas de estresse e nível de recuperação comprometida. Note que os jogadores mais velhos (Sub-17) ao longo da temporada inteira foram os que acumularam os maiores tempos de treinamento na zona de alta intensidade comparado aos jogadores das categorias Sub-15 e Sub-13 (20,70% vs. 13,98% e 8,28%, respectivamente, Figura 4), induzindo alterações negativas no balanço recuperação-estresse dos atletas e na capacidade adaptativa dos atletas em resposta aos estímulos de treinamento. Estudos anteriores têm mostrado que cargas de treinamento e volumes de treinamento elevados podem ser prejudiciais para as adaptações de variáveis relacionadas à produção de potência e velocidade em atletas profissionais de futebol (ARCOS et al., 2015), basquetebol (FERIOLI et al., 2018) e futsal (NAKAMURA et al., 2016). Além disso, Faude et al. (2011) também reportaram que jogadores de futebol com os maiores aumentos no estado de estresse foram os que exibiram maior redução na velocidade máxima de corrida e potência reativa (*drop jump*).

Por outro lado, na categoria Sub-13, as razões da ausência de melhorias na maioria das variáveis de desempenho não estão bem claras no presente estudo. Embora especulativo, a alta proporção de sessões de treinamento em baixa intensidade pode ter resultado em estímulos de treinamento insuficiente para induzir maiores ganhos de desempenho. Interessantemente, na

categoria em que melhorias significativas de desempenho foram visíveis, como no caso do Sub-15, a proporção de treinos na zona de baixa intensidade foi menor ($47,82 \pm 9,05$ vs. $64,47 \pm 11,3\%$) que àquelas exibidas na categoria Sub-13. Ainda, o tempo acumulado nas zonas de intensidade moderada e alta intensidade no Sub-15 ($38,21 \pm 9,42\%$ e $13,98 \pm 5,20\%$) foram levemente superiores em relação ao Sub-13 ($27,25 \pm 9,59\%$ e $8,28 \pm 4,13\%$), mas inferiores comparado ao Sub-17 ($40,17 \pm 7,28\%$ e $20,70 \pm 7,41\%$). Futuros estudos devem ser realizados para confirmar ou refutar se o padrão de distribuição das cargas de treinamento exibido na categoria Sub-15 do presente estudo nas três zonas de intensidade (baixa: 48,0%, moderada: 38,0% e alta: 14%) são adequados para otimizar o desempenho físico nessas categorias mais jovens.

Algumas limitações metodológicas devem ser reconhecidas no presente estudo. Primeiro, a CIT a partir do método da PSE da sessão foi quantificada na ausência de importantes medidas de CET, as quais poderiam ajudar a explicar a relação dose-resposta e as mudanças no desempenho físico e no estado de estresse e recuperação. Medidas de CET (*ex. time-motion analysis e global positioning system*) devem ser incluídos em futuros estudos que tenham como tópico de pesquisa a relação dose-resposta em jovens jogadores de futebol. Segundo, como somente 1 categoria de cada clube foi investigada, o estudo é considerado um estudo de caso da categoria etária pertencente àquele clube, e os resultados aqui descritos podem ser específicos a estes jogadores e ao planejamento adotado pelo treinador daquela equipe. É possível que a CT, intensidade e distribuição da intensidade do treinamento, e os conteúdos das sessões de treinamento observado no atual estudo pode variar entre clubes. Terceiro, o tamanho da amostra do presente estudo foi baixo, o que pode ter comprometido o poder estatístico de algumas análises. No entanto, deve ser reconhecido que nas equipes de base comparado às equipes profissionais acontecem uma alta rotatividade de jogadores. Isso demonstra o desafio de realizar esse tipo de pesquisa longitudinal de caráter observacional com jovens jogadores de futebol.

5.2 Estudo II

O estudo II da presente tese teve por objetivo analisar os efeitos de uma temporada competitiva sobre os parâmetros de composição corporal (MG, MLG e DMO) e sua relação com o estado de estresse e recuperação do jovem atleta e os indicadores de CT. Os principais achados mostraram que: (i) houve aumentos significativos na quantidade de MLG e DMO ao longo da temporada competitiva em todas as categorias, mas que os ganhos de DMO foram superiores na

categoria Sub-13, especialmente na região dos membros inferiores, em alguns locais do fêmur e coluna lombar; (ii) houve uma relação dose-resposta entre os ganhos de DMO em diferentes regiões do corpo e a CT total acumulada no ano (quantificada pelo método da PSE da sessão), especialmente na categoria Sub-17; (iii) o estado de estresse (negativamente) e recuperação (positivamente) podem impactar nos ganhos de DMO, especialmente na região dos membros inferiores e do fêmur, ao longo de uma temporada em jovens jogadores de futebol de base.

Assim como outras modalidades coletivas (AGOSTINETE et al., 2016; ZOUCHE et al., 2016), o futebol é considerado uma prática esportiva com alto estímulo osteogênico devido a carga mecânica do impacto com o solo sobre o tecido ósseo (VLACHOPOULOS et al., 2017b, 2018). Os achados do presente estudo mostrando os aumentos na DMO de diferentes regiões e segmentos corporais e do corpo inteiro nas três categorias etárias após 8 meses de treinamento de futebol são similares àqueles reportados por estudos prévios com adolescentes jogadores de futebol (VLACHOPOULOS et al., 2017b, 2018, ZOUCHE et al., 2008, 2014, 2015). No entanto, esses estudos longitudinais realizados com adolescentes jogadores de futebol do sexo masculino têm usado um tempo de acompanhamento superior (1-3 anos) ao do presente estudo (8 meses). Além disso, esses estudos tem usado o conteúdo mineral ósseo (CMO) como variável dependente, diferindo do atual estudo que optou em usar a DMO como variável dependente por ser uma medida independente do tamanho corporal (AGOSTINETE et al., 2016). Essas diferenças metodológicas podem dificultar em partes a comparação entre os estudos disponíveis na literatura com os achados da presente investigação.

Apesar da limitação do atual estudo em ter um tamanho de amostra pequeno dentro de cada faixa etária (Sub-13 [n=9]; sub-15 [n=14]; Sub-17 [n=12]), esse é o primeiro estudo a acompanhar os efeitos de um programa de treinamento de futebol sobre os parâmetros de massa óssea ao longo de uma temporada competitiva envolvendo faixas etárias no início (12-13 anos), meio (15 anos) e final da adolescência (16-17 anos).

Como esperado, diferenças relacionadas à idade cronológica foram encontradas para todas as medidas de DMO no presente estudo. Em geral, os jogadores mais jovens (Sub-13) exibiram valores mais baixos de DMO nos diferentes segmentos e regiões corporais e no corpo inteiro comparado aos seus companheiros da categoria Sub-15 e Sub-17. Esses resultados são, em partes, similares àquele encontrado por Baxter-Jones et al. (BAXTER-JONES et al., 2011) demonstrando que o CMO aumenta linearmente com a idade cronológica e maturação biológica entre o período

da infância e da vida adulta. No entanto, no presente estudo não houve diferenças significantes entre as categorias Sub-15 e Sub-17 para as medidas de DMO independente da região corporal. É provável que o engajamento em práticas esportivas especializadas desde cedo somado às maiores cargas de treinamento aplicadas a partir dos 14-15 anos podem ter contribuído para reduzir a diferença entre essas categorias mais velhas nas medidas de DMO. Ainda, a diferença encontrada entre a categoria Sub-13 em relação às categorias Sub-15 e Sub-17 pode estar relacionada aos diferentes períodos maturacionais em que os jovens de cada categoria se encontram. Enquanto na categoria Sub-13, os jogadores ainda não alcançaram ou estão passando pelo pico de velocidade crescimento em estatura (PVCE), os jogadores Sub-15 e Sub-17 já passaram pelo PVCE, período que é reconhecidamente marcado por aumentos significativos no CMO corporal como consequência dos aumentos na concentração dos hormônios relacionados ao crescimento (testosterona, estradiol, GH e fator do crescimento similar à insulina [IGF-1]) que estimulam a formação óssea (BAXTER-JONES et al., 2011; NEBIGH et al., 2009; UBAGO-GUISADO et al., 2019).

No presente estudo, as análises mostraram que os ganhos de DMO dos membros inferiores, do trocânter do fêmur, do fêmur total e da coluna lombar foram dependentes da categoria etária analisada. Em geral, maiores ganhos de DMO dos membros inferiores, do trocânter do fêmur, do fêmur total e da coluna lombar foram visíveis na categoria Sub-13 (Figura 7). Em um estudo longitudinal, Zouch et al. (2014) também encontraram resultados parecidos ao nosso estudo, mostrando que adolescentes jogadores de futebol ao entrarem na puberdade alcançaram maiores ganhos de CMO na região do cólo do fêmur, da coluna lombar e dos membros inferiores que seus companheiros também praticantes de futebol, mas que permaneceram classificados como pré-púberes após 1 ano de acompanhamento. A idade cronológica da amostra do presente estudo e do estudo de Zouch et al. (2014) foram similares no início ($12,9 \pm 0,2$ vs. $12,9 \pm 0,8$ anos) e final do programa de treinamento ($13,6 \pm 0,2$ vs. $13,8 \pm 0,8$ anos).

Esses resultados indicando maiores ganhos de DMO para a categoria Sub-13 no atual estudo podem ser atribuídos inicialmente a dois fatores. Primeiro, os jogadores da categoria Sub-13 apresentavam menores valores de DMO no início do programa de treinamento (*baseline*), o que sugere que esses jogadores teriam mais margem para aumentar seus valores de DMO ao longo da temporada esportiva. Segundo, nessa faixa etária mais jovem, no qual os jogadores estão próximos de alcançar o ou estão passando pelo PVCE, é provável que as maiores variações relacionadas ao

processo de crescimento e maturação biológica observadas nessa categoria etária tenham contribuído mais que a prática sistemática e regular de futebol para os ganhos de DMO ao longo da temporada competitiva (UBAGO-GUISADO et al., 2019; ZOUCH et al., 2014). Isso pode ser confirmado pelos maiores ganhos de estatura e MLG nos jogadores da categoria Sub-13 comparado aos seus companheiros mais velhos. Além disso, o Δ da MLG foi positivamente relacionado com o Δ da DMO de diferentes segmentos e regiões do corpo e do corpo inteiro na categoria Sub-13, enquanto que as mesmas relações não foram observadas para as categorias Sub-15 e Sub-17 (Tabela 5). Esses resultados estão de acordo com dados de estudos transversais e longitudinais demonstrando que existe uma relação direta entre os ganhos de estatura e MLG corporal e os aumentos de CMO e DMO em jovens atletas (FERRY et al., 2013; MACKELVIE; KHAN; MCKAY, 2002; NEBIGH et al., 2009, 2017).

Em relação aos dados de CT e os ganhos de DMO, é possível realizar inferências sobre a relação dose-resposta durante o processo de treinamento. Esses dados adicionam informações novas e importantes para a literatura no que diz respeito à manipulação da CT ao longo do ano e as respostas de mineralização óssea em jovens jogadores de futebol. No atual estudo, a CT total acumulada pelos jogadores durante a temporada inteira foi positivamente associada com o Δ da DMO do cólo do fêmur, do triângulo de *Wards*, do trocânter do fêmur e do fêmur total na categoria Sub-17 (Tabela 5). Houve também uma relação positiva entre a CT total acumulada no ano e o Δ da DMO da coluna inteira na categoria Sub-15. No entanto, as relações entre os indicadores de CT e o Δ da DMO de diferentes segmentos e regiões do corpo e do corpo inteiro na categoria Sub-13 foram consideradas incertas (com exceção do Δ da DMO dos membros superiores). É provável que o maior conteúdo de treinamento físico-técnico e de academia observado na categoria Sub-17 tenha contribuído para essa maior associação entre a carga de treino acumulada e os ganhos de DMO. É importante lembrar que esse conteúdo de treinamento era composto por exercícios de pliometria e exercícios resistidos com peso, os quais requerem contrações musculares intensas e aplicações de forças de reação do solo, aumentando a sobrecarga mecânica sobre o esqueleto e, por sua vez, estimulando a modelação e remodelação óssea (GUNTER; ALMSTEDT; JANZ, 2012).

Os achados do presente estudo na categoria Sub-17 foram similares àqueles reportados em adolescentes jogadores de futebol (ZOUCH et al., 2008) e atletas de ginástica (EXUPÉRIO et al., 2019), os quais mostraram uma relação dose-resposta linear entre os indicadores de CT e os ganhos de DMO nas regiões do fêmur, coluna lombar e membros inferiores. No estudo com jogadores de

futebol pré-púberes ($11,7 \pm 0,8$ anos), Zouch et al (2008) demonstraram que os meninos que acumularam um maior volume semanal de treino (4 horas vs. 2 horas) exibiram ganhos superiores de CMO na região do quadril, coluna lombar e membros inferiores. No trabalho realizado por Exupério et al (2019) com 10 jovens atletas de ginástica artística do sexo feminino, a CT semanal quantificada pelo método da PSE da sessão (similar ao presente estudo) também foi positivamente associada com os aumentos de DMO em diferentes partes do fêmur após 1 ano de treinamento sistemático. Esses últimos autores encontraram que aproximadamente 30% das variações interindividuais nos ganhos de DMO foram explicadas pelas diferenças na CT semanal. Essas informações reportadas aqui destaca novamente o método da PSE da sessão como uma ferramenta prática, não invasiva e válida para monitorar as cargas de treinamento e, por sua vez, acompanhar os efeitos induzidos pela exposição ao treinamento em jovens atletas de diferentes modalidades esportivas. Além disso, esses resultados parecem indicar que quanto maior a CT acumulada na temporada esportiva maior serão os ganhos de DMO nos locais que requerem a sustentação do peso corporal, como a região do fêmur. No entanto, isso deve ser interpretado com atenção e cautela pelos treinadores e demais profissionais devido às possíveis repercussões negativas que cargas de treinamento elevadas podem gerar no estado de estresse e recuperação do atleta (medida psicológica) e em determinadas capacidades físicas consideradas chaves para o desempenho no futebol (ARCOS et al., 2015; FAUDE et al., 2011; NOON et al., 2015).

Interessantemente, o nosso estudo mostrou correlações inversas entre o Δ da DMO dos membros inferiores, da coluna inteira e da região do fêmur com as variações no estado de estresse ao longo temporada (Tabela 5). Em outras palavras, observou-se que maiores aumentos no estado de estresse foram acompanhados por menores ganhos de mineralização óssea, especialmente nas categorias Sub-13 e Sub-17. Para o melhor do nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo mostrando uma interferência negativa entre o estado de estresse de jogadores de futebol envolvidos em programa de treinamento sistemático e regular e os ganhos de mineralização óssea durante o período da adolescência. De um modo geral, o estresse inflamatório, traumático ou psicológico, ativa o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, desencadeando um aumento nos níveis de cortisol, um hormônio do estresse, que ao longo do tempo pode ter implicações em vários sistemas corporais (MCEWEN, 2008). Infelizmente, na amostra do presente estudo não foi possível obter nenhuma medida dos níveis de cortisol para relacioná-los com as mudanças de DMO ao longo da temporada. Apesar dessa limitação, há evidências mostrando claramente que níveis elevados de estresse são

geralmente acompanhados por aumento nos níveis de cortisol, podendo afetar negativamente a DMO em adultos e idosos saudáveis alterando todo o processo de modelação e remodelação óssea (CETIN; GÖKÇE-KUTSAL; CELIKER, 2001; DENNISON et al., 1999). Além disso, em um estudo com 132 mulheres adultas, não obesas e com idades entre 19 e 35 anos, Bedford e Barr (2010) também encontraram relações negativas (r variando entre -0,19 e -0,30) entre o estado de estresse percebido e o CMO e a DMO em todos os locais avaliados (corpo inteiro, coluna lombar e quadril). Esse resultado corrobora os achados do presente estudo, ainda que a população e as escalas de estresse percebido usada tenham sido diferentes em cada estudo.

É importante mencionar que as variações nos níveis de estresse em jovens atletas não são em decorrência apenas dos aumentos na CT. Outros fatores psicossociais podem interferir nas variações do estado de estresse de jovens atletas ao longo de toda temporada competitiva. Entre esses fatores psicossociais podemos mencionar algumas situações práticas, tais como as variações de humor, lista de convocações para jogos, lesão, indecisão se será promovido para a categoria superior no ano seguinte e pressão em lidar com os compromissos escolares. A partir de um contexto prático, nossos resultados destacam a importância em monitorar o estado de estresse e recuperação (note que relações positivas com os aumentos de DMO foram observadas) de jovens atletas, especialmente para identificar aqueles atletas com maiores chances de desenvolverem adaptações negativas com o processo de treinamento, os quais devem ter maior atenção por parte dos treinadores e demais profissionais. A partir daí, estabelece-se estratégias e ações práticas voltadas para a redução dos sintomas de estresse e aumento do estado de recuperação desse jovem atleta. Isso será fundamental não apenas para potencializar os ganhos de mineralização óssea do atleta durante a adolescência, mas também para garantir todo o processo de desenvolvimento em longo prazo das capacidades físicas consideradas essenciais no desempenho do futebol. Futuros estudos são encorajados a acompanhar as variações de marcadores subjetivos (*REST-Q*) e objetivos (ex. cortisol) do estado de estresse de forma simultânea em uma amostra maior de jovens futebolistas e a relação com diferentes marcadores bioquímicos de formação óssea e os ganhos no processo de mineralização óssea. Isso será importante para confirmar ou refutar os achados do presente estudo.

Além das limitações prévias já mencionadas anteriormente em relação ao tamanho da amostra e ausência de medidas de cortisol para quantificar objetivamente o nível de estresse dos jovens jogadores da atual amostra, outra importante limitação do presente estudo é a ausência de

medidas objetivas do estado de maturação biológica dos nossos jovens jogadores. Medidas objetivas de maturação biológica seriam fundamentais para tentar controlar os efeitos desse importante fenômeno biológico nas medidas de mineralização óssea analisadas no presente estudo. Por fim, a ausência de um grupo controle neste estudo pode limitar os achados deste estudo, pois não permite saber se os aumentos de DMO das diferentes regiões e segmentos do corpo e do corpo inteiro foram em razão da exposição ao treinamento ou da combinação entre crescimento e treinamento.

5.3 Estudo III

O estudo III da presente tese teve por objetivo analisar os efeitos de uma temporada competitiva sobre indicadores de saúde celular (R , X_c e AF) e sua relação com as medidas de CT em adolescentes jogadores de futebol. Além disso, foi objetivo investigar se o AF é uma medida associada ao desempenho físico em adolescentes jogadores de futebol ao longo da temporada competitiva. Os principais achados deste estudo foram: (i) as mudanças nos valores de X_c e AF ao longo da temporada foram dependentes da categoria etária; (ii) as mudanças no AF ao longo da temporada foram relacionadas com diferentes fatores em cada categoria etária; (iii) o AF foi moderadamente correlacionado com o desempenho físico anaeróbio (10 m, 30 m e RSA) em adolescentes jogadores de futebol entre 12 e 17 anos após controlar os efeitos da idade cronológica e dos parâmetros de composição corporal.

O AF , conhecido por ser uma medida absoluta obtida na análise de bioimpedância elétrica a partir da relação entre os vetores de R e X_c , tem sido amplamente usado como um indicador objetivo de saúde celular em contextos clínicos e esportivos, com maiores valores refletindo melhor integridade e funcionalidade celular e menores valores indicando integridade celular comprometida (NORMAN et al., 2012; SARDINHA, 2018). Além disso, o AF tem sido uma medida que permite acompanhar mudanças no estado de hidratação celular, uma vez que a R tem sido inversamente associada aos níveis de AIC (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1988). Como o AF é determinado pela relação entre X_c e R dos tecidos corporais, uma alteração na integridade da membrana celular (X_c) ou na distribuição dos fluídos (conteúdo de AIC e AEC) ou ainda uma combinação de ambos, conseqüentemente resultará em mudanças no AF .

No presente estudo, diferenças relacionadas a idade cronológica foram encontradas para o AF em todos os momentos da temporada, com os jogadores da categoria Sub-13 exibindo menores

valores que seus companheiros da categoria Sub-15 e Sub-17 (Tabela 6). Esse achado está de acordo com investigações anteriores mostrando que há uma associação positiva entre o AF e a idade cronológica durante o período da infância e adolescência (KOURY; TRUGO; TORRES, 2014; MATHIAS-GENOVEZ et al., 2016). Com o processo de crescimento e maturação biológica, a contribuição relativa de proteínas e minerais para o compartimento de MLG aumenta (MALINA, 2007), o que poderia explicar os aumentos no AF na adolescência, uma vez que o AF tem sido diretamente relacionado à quantidade de massa celular corporal (MELCHIORRI et al., 2018). Além disso, a MLG é reconhecida como um compartimento de composição corporal que contém grande quantidade de água e eletrólitos (NORMAN et al., 2012). Assim, é bem provável que as maiores quantidades de AIC visualizada nas categorias mais velhas do presente estudo seja consequência dos maiores valores de MLG, resultando em menores valores de R e melhor condutividade da membrana celular, contribuindo assim para os aumentos do AF nesse período da adolescência como observado no atual estudo e em estudos prévios (KOURY; TRUGO; TORRES, 2014; MATHIAS-GENOVEZ et al., 2016).

É amplamente reconhecido que adolescentes jogadores de futebol e de outras modalidades coletivas são expostos desde cedo a altas cargas de treinamento e jogo ao longo da temporada competitiva (CETOLIN et al., 2018; MURRAY, 2017; PHIBBS et al., 2018; WRIGLEY et al., 2012), as quais possivelmente podem influenciar os indicadores de composição corporal, estado de hidratação e saúde celular dessa população atlética. Na literatura científica, investigações anteriores tem mostrado as variações nos indicadores de integridade e funcionalidade celular durante os diferentes períodos da temporada em atletas profissionais de modalidades individuais (ciclismo) e coletivas (futebol e polo aquático) (MARRA et al., 2014, 2016; MASCHERINI et al., 2015; MELCHIORRI et al., 2018). Por outro lado, ainda são poucos os estudos que tem descritos o comportamento dessas variáveis ao longo da temporada competitiva e o impacto das cargas de treinamento em jovens atletas (MELELEO et al., 2017), especialmente em adolescentes jogadores de futebol. Dessa forma, os resultados encontrados no atual estudo poderão contribuir com literatura adicionando novas informações a esse tópico de pesquisa que envolve as mudanças ao longo da temporada e o impacto da CT nesses indicadores de saúde celular no contexto de jovens atletas.

No atual estudo, um aumento significativo do AF entre o início da pré-temporada e o final do período competitivo 2 foi observado nas três categorias etárias (Tabela 6). Note que esses

aumentos no AF foram acompanhados por aumentos na quantidade AIC e MLG (Tabelas 6 e 4, respectivamente). O mesmo resultado foi encontrado por Mascherini et al. (MASCHERINI et al., 2015) com jogadores profissionais adultos da liga italiana de futebol. Esses autores mostraram que o AF estava significativamente aumentado ao final da temporada competitiva ($8,0 \pm 0,6^\circ$) quando comparado aos valores de início ($7,5 \pm 0,5^\circ$) e final ($7,4 \pm 0,4^\circ$) do período de pré-temporada, que é caracterizado pela intensificação das cargas de treinamento (CETOLIN et al., 2018; FESSI et al., 2016; MALONE et al., 2015; MOREIRA et al., 2015). Por razões de logística de deslocamento dos atletas não foi possível analisar os valores de AF ao final da pré-temporada no presente estudo. Um outro estudo, agora realizado com crianças (8-10 anos) envolvidas em programas esportivos de natação e ginástica, também mostrou aumentos no AF após 1 ano de acompanhamento e encontrou que esses aumentos foram superiores comparado àqueles apresentados por crianças não envolvidas em práticas esportivas sistemáticas (grupo controle) (MELELEO et al., 2017). De um modo geral, esses aumentos nos valores de AF refletem adaptações positivas do treinamento nos níveis de MLG, que compõem uma parte importante da massa celular corporal (MALINA, 2007; MASCHERINI et al., 2015). Por ser uma medida simples, rápida, não invasiva e reprodutível, esses resultados aqui apresentados destacam a aplicabilidade prática do AF como um índice válido para monitorar as adaptações induzidas pelo treinamento nos ganhos de massa muscular em jovens atletas. Isso tem sido previamente demonstrado em idosos (RIBEIRO et al., 2017; SOUZA et al., 2017; TOMELERI et al., 2018)

Outro achado interessante do atual estudo foi que as mudanças no AF nas três categorias etárias ao longo da temporada foram relacionadas à diferentes fatores (Tabela 7). Na categoria Sub-13, os aumentos no AF foram principalmente atribuídos ao aumento na quantidade de AIC e consequente diminuição nos valores de R dos tecidos corporais. Isso pode ser visualizado pelas associações positivas e negativas do Δ do AF com o Δ da AIC e o Δ da R ao longo da temporada, respectivamente. Como também demonstrado em estudos anteriores (MELELEO et al., 2017; RIBEIRO et al., 2017; TOMELERI et al., 2018), os aumentos na quantidade de AIC em sua maior parte são diretamente relacionados aos incrementos nos valores de MLG que ocorrem em decorrência das alterações promovidas pela interação entre o processo de crescimento, maturação biológica e treinamento sistemático em jovens atletas (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Essa lógica foi confirmada uma vez que correlações positivas muito altas foram encontradas entre o Δ da AIC e o Δ da MLG na amostra de jogadores do presente estudo (Sub-13: $r=0,81$; Sub-15:

$r=0,63$; Sub-17: $r=0,80$). Ainda, apesar da ausência de associação, não pode ser descartado um possível efeito da Xc nos aumentos do AF na categoria Sub-13, já que aumentos significativos para a Xc foram observados em direção ao final da temporada. Na categoria Sub-17, os ganhos no AF foram positivamente associados aos aumentos nos valores de Xc. De modo geral, a literatura indica que aumentos nos valores de Xc e AF refletem indiretamente aumento na quantidade massa celular corporal (MARRA et al., 2016; MASCHERINI et al., 2015; NORMAN et al., 2012). Pode ser sugerido que a maior proporção de sessões de treinamento voltadas para o desenvolvimento da força e hipertrofia muscular na categoria Sub-17, como evidenciado na Figura 2 do estudo I, induziu aumentos significativos na MLG e, por sua vez, na quantidade de massa celular corporal a partir do acréscimo de proteínas miofibrilares (RIBEIRO et al., 2017). Esses fatores em conjunto, apesar de especulativo, podem servir como base para explicar a relação observada entre os aumentos no AF e na Xc ao longo da temporada nos jogadores mais velhos.

Com o aumento da idade cronológica e nível de experiência competitiva, observou-se que as alterações no AF passaram a ter uma relação com as métricas de CT (Tabela 7). Na categoria Sub-13, mesmo com o aumento nas cargas de treinamento ao final do período competitivo 2 em razão da maior demanda de jogos, nenhuma associação foi estabelecida entre o Δ do AF e os indicadores de CT. Por outro lado, na categoria Sub-15, uma relação inversa foi identificada entre o Δ do AF e o volume anual de treinamento, indicando que os jogadores que mais treinaram tiveram os menores ganhos no AF. Na categoria Sub-17, o tempo acumulado em atividades de alta intensidade também pareceu interferir negativamente nas adaptações do AF ao longo da temporada. De fato, algumas evidências têm sugerido que rotinas de treinamento intensas em modalidades como futebol ou basquete e etapas competitivas marcadas por provas diárias com períodos de recuperação insuficiente (ex. provas de ciclismo como o Giro D'Italia) podem afetar o AF, comprometendo especialmente a integridade e funcionalidade da membrana celular (KOURY; TRUGO; TORRES, 2014; MARRA et al., 2014, 2016; MELELEO et al., 2017; TORRES et al., 2008). Na mesma direção desses achados, estudos prévios têm demonstrado que alguns parâmetros de bioimpedância elétrica localizada (ex. membros inferiores) são associados com lesão muscular (NESCOLARDE et al., 2011, 2013). De fato, uma redução do valor de AF da região do músculo lesionado tem sido observada. Esses autores observaram que a magnitude de redução do AF era proporcional ao grau da lesão, isto é, quanto mais grave a lesão, mais o AF foi reduzido. Ainda, o valor de AF retornou aos seus valores anteriores à ocorrência da lesão muscular após o término do

tratamento clínico (NESCOLARDE et al., 2011, 2013). Com base nos resultados apresentados, é interessante notar que este estudo talvez seja o primeiro indicando que a relação dose-resposta das cargas de treinamento com as mudanças no AF em adolescentes jogadores de futebol possa ser dependente do padrão de distribuição das intensidades de treinamento. Na categoria Sub-15, ao contrário do encontrado nos jogadores mais velhos (Sub-17), uma associação positiva foi observada entre o tempo dispendido em atividades na zona de alta intensidade ($PSE \geq 7$ u.a.) e os aumentos no AF. No estudo I da presente tese foi mostrado que os jogadores Sub-15 ao longo de toda temporada, na média, tiveram valores menores na zona de alta intensidade que o Sub-17, porém maiores que o Sub-13. Dessa forma, futuros estudos experimentais devem ser feitos para confirmar essa tendência apresentada no atual estudo testando o efeito de diferentes padrões de distribuição das intensidades de treinamento sobre os indicadores de saúde celular em jovens atletas de futebol e de outras modalidades coletivas.

Outra novidade do presente estudo foi as relações moderadas e inversas entre o AF e as medidas de desempenho anaeróbio, especialmente os tempos de *sprint* de 30 m, do RSA_{melhor} e do $RSA_{\text{médio}}$, ao longo da temporada (Tabela 8). Esses dados sugerem que quanto maior o AF melhor o desempenho de adolescentes jogadores de futebol, mesmo após controlar o efeito de importantes variáveis de confusão, tais como idade cronológica, MG e MLG. Estudos prévios têm indicado o AF como uma importante medida relacionada à força muscular com aplicabilidades para monitorar as adaptações induzidas pelo treinamento sobre o sistema neuromuscular em idosos (CAMPA; SILVA; TOSELLI, 2018; TOMELERI et al., 2017, 2018). Outras investigações recentes com ciclistas e jogadores de futebol adultos também tem mostrado que o AF está diretamente associado a capacidade de produção de potência muscular (NABUCO et al., 2019; POLLASTRI et al., 2016). Apesar do mérito desses estudos anteriores, os mesmos são limitados à população adulta e evidenciam análises de relação em um único momento da temporada. Com informações práticas interessantes aos treinadores e demais profissionais que atuam com jovens atletas, o presente estudo mostrou que as relações entre o AF e as capacidades físicas anaeróbias específicas ao futebol foram dependentes do momento da temporada. Enquanto relações moderadas foram encontradas durante a pré-temporada e período competitivo 1, nenhuma relação foi observada ao final do período competitivo 2. Essa falta de relação ao final do último período competitivo poderia ser atribuída ao padrão distinto apresentado na dinâmica de mudanças do AF e das medidas de capacidade física ao longo da temporada. Isto é, enquanto o AF aumentou do início para o final do ano, as medidas

de capacidade física anaeróbia não necessariamente apresentaram a mesma tendência. Por exemplo, nas categorias sub-13 e Sub-17, o desempenho de 30 m e *RSA* pioraram ou se mantiveram inalterados, enquanto que para a categoria Sub-15 o desempenho de 30 m melhorou.

Com base nos resultados atuais, é possível sugerir que o AF é uma medida mais determinante das capacidades físicas anaeróbias que requerem alta produção de potência muscular e velocidade de deslocamento, e pobremente relacionado com o PV_{T-CAR} que é um indicador da capacidade de realização progressiva de esforços intermitentes de alta intensidade. Uma possível explicação para essa interpretação do AF como um preditor de capacidades físicas anaeróbias relacionadas com o desempenho no futebol é a partir do estado de hidratação celular (NABUCO et al., 2019; SILVA et al., 2014, 2010). Considerando que o AF é dependente da relação entre R e X_c (NORMAN et al., 2012; SARDINHA, 2018), é provável que variações na quantidade de ACT, especialmente no compartimento intracelular, a qual é inversamente proporcional ao grau de resistência à passagem da corrente elétrica, possam estar mediando essa relação entre o AF e o desempenho de corrida anaeróbio em futebolistas. Essa lógica é suportada a partir do resultado de dois estudos prévios realizados com atletas de modalidades individuais e coletivas (SILVA et al., 2014, 2010). O primeiro estudo conduzido com atletas de judô mostrou que quanto maior o nível de diminuição nos conteúdos de ACT ($r=0,67$) e AIC ($r=0,59$) nos dias antecedentes à competição maior a perda de potência média dos membros superiores (SILVA et al., 2010). Por outro lado, o segundo estudo encontrou que o aumento no conteúdo de AIC foi o principal determinante dos aumentos nos níveis de força (avaliada pelo 1 RM) e potência muscular (estimada pela altura do salto SJ e CMJ) de membros inferiores ao longo da temporada competitiva em atletas de diferentes esportes coletivos (basquetebol, handebol e voleibol) (SILVA et al., 2014).

Como perspectivas práticas, a capacidade preditiva moderada do AF com parâmetros de desempenho anaeróbio considerado crucial em jovens jogadores de futebol demonstra que essa medida deve ser considerada no contexto de avaliações e triagens utilizadas em adolescentes atletas. Considerando que a BIA é um método relativamente barato, seguro, fácil de usar e tem boa reprodutibilidade, os profissionais e treinadores de condicionamento físico são incentivados a usar esse método atraente para rastrear o perfil de integridade e saúde celular dos atletas durante a pré-temporada e em momentos de temporada em jovens jogadores de futebol.

Algumas limitações devem ser reconhecidas no estudo III da presente tese. A ausência de um grupo controle pode limitar em partes os resultados encontrados neste estudo, pois não é

possível distinguir os efeitos do crescimento e maturação biológica daqueles provenientes da prática sistemática e formal do treinamento em futebol sobre os indicadores de saúde celular. No entanto, deve ser destacado que estudos prévios já mostram que o grupo controle apresenta valores inferiores aos seus companheiros envolvido em práticas esportivas de mesma idade e estado maturacional (MELELEO et al., 2017). Além disso, nenhum indicador de maturação biológica foi considerado neste estudo. Um estudo recente mostrou que o status de maturidade esquelética (atrasado vs. adiantado) deve ser levado em consideração na interpretação do AF em adolescentes jogadores de futebol (KOURY et al., 2018). É preciso reconhecer que a determinação da idade esquelética é dispendiosa e requer equipamento e interpretação especializada, o que pode dificultar seu uso em situações de campo (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Métodos alternativos e não invasivos para avaliação da maturação somática seria uma possibilidade (MIRWALD et al., 2002). No entanto, críticas em relação as limitações dos métodos atuais usados tem sido apresentada (MALINA; KOZIEŁ, 2014). Ainda, alguns nutrientes minerais como zinco e magnésio, que desempenham papel fundamental nesse parâmetro de saúde celular (AF) não foram avaliados (KOURY et al., 2018; MATIAS et al., 2015). Por fim, a amostra compreendeu adolescentes jogadores de futebol, do sexo masculino entre 12 e 17 anos, limitando a generalização desses resultados para atletas do sexo feminino e para outros esportes.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados da presente tese conclui-se a partir do estudo I que as cargas de treinamento em jovens jogadores de futebol possuem um comportamento ondulatório e variado ao longo das semanas e do período da temporada competitiva. Nas categorias mais velhas, a pré-temporada foi caracterizada pelas maiores cargas de treinamento e maior proporção de treinamentos na zona de AI em relação aos períodos competitivos. Ainda, a distribuição das intensidades de treinamento variou de acordo com a categoria etária, com os jogadores mais jovens (Sub-13) acumulando mais tempo de treinamento na zona de BI e menos tempo nas zonas de IM e AI em relação aos seus companheiros mais velhos (Sub-15 e Sub-17). As cargas de treinamento provocaram alterações negativas em medidas específicas do estado de estresse (estresse geral e emocional) e recuperação (bem-estar geral, qualidade do sono, estar em forma) que resultaram em diminuições similares no balanço recuperação-estresse ao longo da temporada competitiva nas três categorias etárias. Da mesma forma, as mudanças nas medidas de desempenho físico anaeróbio e

aeróbio foram influenciadas pelos diferentes indicadores da CT e pelas variações no estado de estresse e recuperação durante a temporada competitiva.

Com relação as medidas de composição corporal, os resultados do estudo II indicaram aumentos expressivos na MLG e DMO dos jogadores ao longo da temporada em todas as categorias, com ganhos superiores na categoria Sub-13. O presente estudo ainda mostrou que a CT total acumulada no ano pode contribuir positivamente para os aumentos de DMO na categoria Sub-17. Além disso, o estado de estresse (negativamente) e recuperação (positivamente) pode impactar nos ganhos de DMO, especialmente na região dos membros inferiores e do fêmur.

No que diz respeito aos indicadores de integridade e saúde celular, os achados do estudo III mostraram que o ângulo de fase aumentou ao longo da temporada competitiva nas três categorias etárias. No entanto, as análises individuais mostraram que na categoria mais jovem esses aumentos do AF estão mais relacionados aos aumentos na quantidade de AIC e diminuição da *R*, enquanto que nas categorias mais velhas a magnitude dos ganhos no AF torna-se também dependente dos indicadores de CT acumulada ao longo da temporada. Além disso, mostrou-se que o AF é moderadamente relacionado com medidas de capacidade física anaeróbia considerada essencial para o desempenho no futebol, especialmente na pré-temporada e meio da temporada competitiva.

Por fim, com base nos resultados obtidos a partir dos três estudos, é possível concluir que o método da PSE da sessão se mostrou uma ferramenta prática e eficiente para quantificar as cargas de treinamento e verificar a relação dose-resposta entre as cargas de treinamento e as adaptações decorrentes do treinamento em importantes medidas que refletem o estado de estresse e recuperação, desempenho físico e nível de integridade e saúde celular de adolescentes jogadores de futebol.

REFERÊNCIAS

- ABADE, E. A. et al. Time-motion and physiological profile of football training sessions performed by under-15, under-17 and under-19 elite Portuguese players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 3, p. 463–470, maio 2014.
- ABRAMS, S. A. et al. Vitamin D receptor FokI polymorphisms affect calcium absorption, kinetics, and bone mineralization rates during puberty. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 20, n. 6, p. 945–453, jun. 2005.
- AGOSTINETE, R. R. et al. Basketball affects bone mineral density accrual in boys more than swimming and other impact sports: 9-mo follow-up. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 19, n. 3, p. 375–381, jul. 2016.
- AGOSTINETE, R. R. et al. The impact of training load on bone mineral density of adolescent swimmers: a structural equation modeling approach. **Pediatric Exercise Science**, v. 29, n. 4, p. 520–528, 1 nov. 2017.
- AKENHEAD, R.; NASSIS, G. P. Training load and player monitoring in high-level football: Current practice and perceptions. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 5, p. 587–593, jul. 2016.
- AKUBAT, I. et al. Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 14, p. 1473–1480, 2 out. 2012.
- ALEXIOU, H.; COUTTS, A. J. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 3, n. 3, p. 320–30, set. 2008.
- ALGRØY, E. A. et al. Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.

6, n. 1, p. 70–81, mar. 2011.

ARCOS, A. L. et al. Negative associations between perceived training load, volume and changes in physical fitness in professional soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 14, n. 2, p. 394–401, jun. 2015.

BAILEY, D. A. et al. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: the university of Saskatchewan bone mineral accrual study. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 14, n. 10, p. 1672–1679, 1 out. 1999.

BALYI, I. et al. **Canadian sport for life: Long-Term Athlete Development Resource Paper 2.0**. 2005.

BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 7, p. 665–674, jul. 2006.

BATTERHAM, A. M.; HOPKINS, W. G. Making meaningful inferences about magnitudes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, n. 1, p. 50–57, 2006.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, n. 1, p. 16–23, 1 jul. 1988.

BAXTER-JONES, A. D. et al. Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: An estimation of peak bone mass. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 26, n. 8, p. 1729–1739, ago. 2011.

BEDFORD, J. L.; BARR, S. I. The relationship between 24-h urinary cortisol and bone in healthy young women. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 17, n. 3, p. 207–215, 3 set. 2010.

BLAKE, G. M.; NAEEM, M.; BOUTROS, M. Comparison of effective dose to children and adults from dual X-ray absorptiometry examinations. **Bone**, v. 38, n. 6, p. 935–942, jun. 2006.

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, ago. 2007.

BOURDON, P. C. et al. Monitoring athlete training loads: consensus statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. Suppl 2, p. S2-161-S2-170, abr. 2017.

BRINK, M. S. et al. Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 597–603, 2010.

BRINK, M. S. et al. Changes in perceived stress and recovery in overreached young elite soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 22, n. 2, p. 285–292, abr. 2012.

BRINK, M. S. et al. Is an elevated submaximal heart rate associated with psychomotor slowness in young elite soccer players? **European Journal of Sport Science**, v. 13, n. 2, p. 207–214, mar. 2013.

BUCHHEIT, M. et al. Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 6, p. 550–5, nov. 2013.

CALBET, J. A. et al. High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 10, p. 1682–1687, out. 2001.

CAMPA, F.; SILVA, A. M.; TOSELLI, S. Changes in Phase Angle and Handgrip Strength Induced by Suspension Training in Older Women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p. 442–449, 23 jun. 2018.

CAMPOS-VAZQUEZ, M. A. et al. Relationship between internal load indicators and changes on intermittent performance after the preseason in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 6, p. 1477–1485, jun. 2017.

CAPRANICA, L.; MILLARD-STAFFORD, M. L. Youth sport specialization: how to manage competition and training? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 4, p. 572–579, dez. 2011.

CASTAGNA, C. et al. Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 66–71, jan. 2011.

CASTAGNA, C. et al. Preseason variations in aerobic fitness and performance in elite-standard soccer players: a team study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 11, p. 2959–2965, nov. 2013.

CETIN, A.; GÖKÇE-KUTSAL, Y.; CELIKER, R. Predictors of bone mineral density in healthy males. **Rheumatology International**, v. 21, n. 3, p. 85–88, nov. 2001.

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, p. 235–248, 2018.

CLEMENTE, F. M. et al. Dose-response relationship between external load variables, body composition, and fitness variables in professional soccer players. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 443, 17 abr. 2019.

COUTINHO, D. et al. Typical weekly workload of under 15, under 17, and under 19 elite Portuguese football players. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 12, p. 1229–1237, 21 jul. 2015.

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, fev. 2007.

DA SILVA, J. F. et al. Validity and reliability of a new field test (Carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 15, p. 1621–1628, dez. 2011.

DEBIEN, P. B. et al. Monitoring training load, recovery, and performance of brazilian professional volleyball players during a season. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 9, p. 1182–1189, 27 mar. 2018.

DENNISON, E. et al. Profiles of endogenous circulating cortisol and bone mineral density in healthy elderly men. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 84, n. 9, p. 3058–3063, set. 1999.

ELLIS, K. J. et al. Accuracy of dual-energy x-ray absorptiometry for body-composition measurements in children. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 60, n. 5, p. 660–665, 1 nov. 1994.

EXUPÉRIO, I. N. et al. Impact of artistic gymnastics on bone formation marker, density and geometry in female adolescents: ABCD-growth study. **Journal of Bone Metabolism**, v. 26, n. 2, p. 75, maio 2019.

FANCHINI, M. et al. Use of the CR100 scale for session rating of perceived exertion in soccer and its interchangeability with the CR10. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 3, p. 388–392, abr. 2016.

FAUDE, O. et al. Seasonal changes in stress indicators in high level football. **International Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 4, p. 259–265, 26 abr. 2011.

FERIOLI, D. et al. The preparation period in basketball: training load and neuromuscular adaptations. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 8, p. 991–999, 18 jan. 2018.

FERRARI, E. et al. **Pesquisa descritiva. In: SANTOS, S.G. (org). Métodos e técnicas de pesquisa quantitativa aplicada à Educação Física.** Florianópolis: Tribo da Ilha, 2011.

FERRY, B. et al. Bone health during late adolescence: effects of an 8-month training program on bone geometry in female athletes. **Joint, Bone, Spine**, v. 80, n. 1, p. 57–63, jan. 2013.

FESSI, M. S. et al. Changes of the psychophysical state and feeling of wellness of professional soccer players during pre-season and in-season periods. **Research in Sports Medicine (Print)**, v. 24, n. 4, p. 375–386, 30 out. 2016.

FIGUEIREDO, D. H. D. H. et al. Dose-response relationship between internal training load and changes in performance during the preseason in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, 16 abr. 2019.

FITZPATRICK, J. F.; HICKS, K. M.; HAYES, P. R. Dose-response relationship between training load and changes in aerobic fitness in professional youth soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 10, p. 1365–1370, 1 nov. 2018.

FORD, P. et al. The long-term athlete development model: physiological evidence and application. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 4, p. 389–402, fev. 2011.

FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109–115, fev. 2001.

FREDERICSON, M.; NGO, J.; COBB, K. Effects of ball sports on future risk of stress fracture in runners. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 15, n. 3, p. 136–141, maio 2005.

GABBETT, T. J. et al. The relationship between workloads, physical performance, injury and illness in adolescent male football players. **Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 989–1003, jul. 2014.

GABBETT, T. J. et al. The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 13, p. 993–994, 23 jun. 2017.

GIL-REY, E.; LEZAUN, A.; LOS ARCOS, A. Quantification of the perceived training load and its relationship with changes in physical fitness performance in junior soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 20, p. 2125–2132, 14 dez. 2015.

GOMEZ-BRUTON, A. et al. Swimming and peak bone mineral density: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 4, p. 365–377, 10 fev. 2018.

GORDON, C. M. et al. The determinants of peak bone mass. **The Journal of Pediatrics**, v. 180, p. 261–269, jan. 2017.

GUNTER, K. B.; ALMSTEDT, H. C.; JANZ, K. F. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 40, n. 1, p. 13–21, jan. 2012.

HAMMAMI, M. A. et al. Effects of a soccer season on anthropometric characteristics and physical fitness in elite young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 6, p. 589–596, mar. 2013.

HELBA, M.; BINKOVITZ, L. A. Pediatric body composition analysis with dual-energy X-ray absorptiometry. **Pediatric Radiology**, v. 39, n. 7, p. 647–656, 5 jul. 2009.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação Da Composição Corporal Aplicada - Presente Books | Estante Virtual**. São Paulo: Manole, 2000.

HOOPER, S. L.; MACKINNON, L. T. Monitoring overtraining in athletes. Recommendations. **Sports Medicine**, v. 20, n. 5, p. 321–327, nov. 1995.

HOPKINS, W. G. et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3–13, jan. 2009.

HOPKINS WG. A spreadsheet for deriving a confidence interval, mechanistic inference and clinical inference from a P value. **Sportscience**, v. 11, p. 16–21, 2007.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 6, p. 1042–1047, jun. 2004.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 583–592, 18 jun. 2005.

ITO, I. H. et al. Impact of martial arts (judo, karate, and kung fu) on bone mineral density gains in adolescents of both genders: 9-month follow-up. **Pediatric Exercise Science**, v. 29, n. 4, p. 496–503, 1 nov. 2017.

JULIÁN-ALMÁRCEGUI, C. et al. Combined effects of interaction between physical activity and nutrition on bone health in children and adolescents: a systematic review. **Nutrition Reviews**, v. 73, n. 3, p. 127–139, 1 mar. 2015.

KELLMANN, M. et al. Recovery and performance in sport: consensus statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 2, p. 240–245, 1 fev. 2018.

KELLMANN, M.; GÜNTHER, K. D. Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 3, p. 676–683, mar. 2000.

KELLMANN, M.; KALLUS, K. W. **Recovery-stress questionnaire for athletes : user manual.**

Human Kinetics, 2001.

KIM, J. et al. Total-body skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in children and adolescents. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 5, p. 1014–1020, 1 nov. 2006.

KOURY, J. C. et al. Bioimpedance parameters in adolescent athletes in relation to bone maturity and biochemical zinc indices. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 46, p. 26–31, mar. 2018.

KOURY, J. C.; TRUGO, N. M. F.; TORRES, A. G. Phase angle and bioelectrical impedance vectors in adolescent and adult male athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 5, p. 798–804, set. 2014.

LEONARD, C. M. et al. Reproducibility of DXA measurements of bone mineral density and body composition in children. **Pediatric Radiology**, v. 39, n. 2, p. 148–154, 4 fev. 2009.

LLOYD, R. S.; OLIVER, J. L. The youth physical development model: a new approach to long-term athletic development. **Strength and Conditioning Journal**, v. 34, n. 3, p. 61–72, 2012.

LOVELL, T. W. J. et al. Factors affecting perception of effort (session rating of perceived exertion) during rugby league training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, n. 1, p. 62–69, jan. 2013.

LOZANO-BERGES, G. et al. Soccer helps build strong bones during growth: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Pediatrics**, v. 177, n. 3, p. 295–310, 28 mar. 2018.

LUKASKI, H. C. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 46, n. 4, p. 537–556, 1 out. 1987.

- MACKELVIE, K. J.; KHAN, K. M.; MCKAY, H. A. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 4, p. 250–257, ago. 2002.
- MALINA, R. M. Body composition in athletes: assessment and estimated fatness. **Clinics in Sports Medicine**, v. 26, n. 1, p. 37–68, jan. 2007.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Growth, Maturation, and Physical Activity**. 2nd Editio ed. [s.l.] Champaign, IL: Human Kinetics., 2004.
- MALINA, R. M.; KOZIEŁ, S. M. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 5, p. 424–437, jan. 2014.
- MALONE, J. J. et al. Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 4, p. 489–497, maio 2015.
- MANZI, V. et al. Individual Training-Load and Aerobic-Fitness Variables in Premiership Soccer Players During the Precompetitive Season. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 631–636, mar. 2013.
- MARRA, M. et al. Body composition changes in professional cyclists during the 2011 Giro d'Italia, a 3-week stage race. **Nutritional Therapy & Metabolism**, v. 32, n. 1, p. 31–34, 2014.
- MARRA, M. et al. Segmental bioimpedance analysis in professional cyclists during a three week stage race. **Physiological Measurement**, v. 37, n. 7, p. 1035–1040, 1 jul. 2016.
- MASCHERINI, G. et al. Changes in hydration, body-cell mass and endurance performance of professional soccer players through a competitive season. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 7–8, p. 749–755, 2015.

MATHIAS-GENOVEZ, M. G. et al. Bioelectrical impedance of vectorial analysis and phase angle in adolescents. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 35, n. 3, p. 262–270, 2 abr. 2016.

MATIAS, C. N. et al. Magnesium and phase angle: a prognostic tool for monitoring cellular integrity in judo athletes. **Magnesium Research**, v. 28, n. 3, p. 92–98, 2015.

MCEWEN, B. S. Central effects of stress hormones in health and disease: Understanding the protective and damaging effects of stress and stress mediators. **European Journal of Pharmacology**, v. 583, n. 2–3, p. 174–185, 7 abr. 2008.

MELCHIORRI, G. et al. Body composition analysis to study long-term training effects in elite male water polo athletes. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, n. 9, p. 1269–1274, set. 2018.

MELELEO, D. et al. Evaluation of body composition with bioimpedance. A comparison between athletic and non-athletic children. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 6, p. 710–719, 3 jul. 2017.

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, 2015.

MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 4, p. 689–694, abr. 2002.

MOREIRA, A. et al. Training periodization of professional australian football players during an entire australian football league season. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 5, p. 566–571, jul. 2015.

MORRIS, R. et al. Seasonal changes in physical qualities of elite youth soccer players according to maturity status: comparisons with aged matched controls. **Science and Medicine in Football**,

p. 1–9, 23 mar. 2018.

MURRAY, A. Managing the training load in adolescent athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. Suppl 2, p. S2-42-S2-49, 4 abr. 2017.

NABUCO, H. C. G. et al. Phase angle is moderately associated with short-term maximal intensity efforts in soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, 22 ago. 2019.
Ahead of Print

NAKAMURA, F. Y. et al. Faster futsal players perceive higher training loads and present greater decreases in sprinting speed during the preseason. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 6, p. 1553–1562, jun. 2016.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva de esforço da sessão é um método confiável? **Journal of Physical Education**, v. 21, n. 1, p. 1–11, 27 mar. 2010.

NEBIGH, A. et al. Bone mineral density of young boy soccer players at different pubertal stages: relationships with hormonal concentration. **Joint, Bone, Spine**, v. 76, n. 1, p. 63–69, jan. 2009.

NEBIGH, A. et al. Bone turnover markers and lean mass in pubescent boys: comparison between elite soccer players and controls. **Pediatric Exercise Science**, v. 29, n. 4, p. 513–519, 1 nov. 2017.

NESCOLARDE, L. et al. Assessment and follow-up of muscle injuries in athletes by bioimpedance: preliminary results. **Conference Proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference**, v. 2011, p. 1137–1140, ago. 2011.

NESCOLARDE, L. et al. Localized bioimpedance to assess muscle injury. **Physiological Measurement**, v. 34, n. 2, p. 237–245, 1 fev. 2013.

NJEH, C. F. et al. Radiation dose and in vitro precision in paediatric bone mineral density measurement using dual X-ray absorptiometry. **The British Journal of Radiology**, v. 70, n. 835, p. 719–727, jul. 1997.

NOON, M. R. et al. Perceptions of well-being and physical performance in English elite youth footballers across a season. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 20, p. 2106–2115, 14 dez. 2015.

NORMAN, K. et al. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. **Clinical Nutrition**, v. 31, n. 6, p. 854–861, dez. 2012.

PHIBBS, P. J. et al. Organised chaos in late specialisation team sports: Weekly training loads of elite adolescent rugby union players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 5, p. 1316–1323, 18 abr. 2017.

PHIBBS, P. J. et al. The organised chaos of English adolescent rugby union: Influence of weekly match frequency on the variability of match and training loads. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 3, p. 341–348, 16 abr. 2018.

POLLASTRI, L. et al. Body water status and short-term maximal power output during a multistage road bicycle race (giro d'italia 2014). **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 4, p. 329–333, 23 abr. 2016.

POORTMANS, J. R. et al. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 2, p. 316–322, fev. 2005.

RABBANI, A. et al. Associations between selected training-stress measures and fitness changes in male soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 8, p. 1050–1057, 1 set. 2019.

RAMPININI, E. et al. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 228–235, mar. 2007.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 913–921, 9 ago. 2017.

RIZZOLI, R. et al. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. **Bone**, v. 46, n. 2, p. 294–305, fev. 2010.

SARDINHA, L. B. Physiology of exercise and phase angle: another look at BIA. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 9, p. 1323–1327, 5 set. 2018.

SAWCZUK, T. et al. The influence of training load, exposure to match play and sleep duration on daily wellbeing measures in youth athletes. **Journal of Sports Sciences**, p. 1–7, 5 abr. 2018a.

SAWCZUK, T. et al. Relationships between training load, sleep duration, and daily well-being and recovery measures in youth athletes. **Pediatric Exercise Science**, v. 30, n. 3, p. 345–352, 1 ago. 2018b.

SCHMIKLI, S. L. et al. Monitoring performance, pituitary-adrenal hormones and mood profiles: how to diagnose non-functional over-reaching in male elite junior soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 46, n. 14, p. 1019–1023, nov. 2012.

SILVA, A. et al. Increases in intracellular water explain strength and power improvements over a season. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 13, p. 1101–1105, 10 jul. 2014.

SILVA, A. M. et al. Body composition and power changes in elite judo athletes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 10, p. 737–741, 19 out. 2010.

SILVA, S. G. et al. **Caracterização da pesquisa – tipos de pesquisa. In: SANTOS, S.G. (org). Métodos e técnicas de pesquisa quantitativa aplicada à Educação Física.** 1ª ed. Florianópolis: Editora Tribo da Ilha, 2011.

SMITH, D. J. A framework for understanding the training process leading to elite performance. **Sports Medicine**, v. 33, n. 15, p. 1103–1126, 2003.

SOUZA, M. F. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 27, n. 11, p. 1308–1316, nov. 2017.

STØLEN, T. et al. Physiology of Soccer: An update. **Sports Medicine**, v. 35, n. 6, p. 501–536, 2005.

STRONG, W. B. et al. Evidence based physical activity for school-age youth. **The Journal of Pediatrics**, v. 146, n. 6, p. 732–737, jun. 2005.

SVENDSEN, O. L. et al. Accuracy of measurements of body composition by dual-energy x-ray absorptiometry in vivo. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, n. 5, p. 605–608, 1 maio 1993.

SVENSSON, M.; DRUST, B. Testing soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 601–618, jun. 2005.

TEIXEIRA, A. S. et al. Reliability and validity of the Carminatti's test for aerobic fitness in youth soccer. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3264–3273, 2014.

TENFORDE, A. S. et al. Low bone mineral density in male athletes is associated with bone stress injuries at anatomic sites with greater trabecular composition. **The American Journal of Sports**

Medicine, v. 46, n. 1, p. 30–36, 6 jan. 2018.

THORPE, R. T. et al. Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 8, p. 958–964, nov. 2015.

TOMELERI, C. M. et al. Phase angle is moderately associated with muscle quality and functional capacity, independent of age and body composition in older women. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, 28 nov. 2017. Ahead of Print

TOMELERI, C. M. et al. Correlations between resistance training-induced changes on phase angle and biochemical markers in older women. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 10, p. 2173–2182, out. 2018.

TORRES, A. G. et al. Biological determinants of phase angle among Brazilian elite athletes. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 67, n. OCE8, p. E332, 28 maio 2008.

UBAGO-GUISADO, E. et al. Effect of maturational timing on bone health in male adolescent athletes engaged in different sports: The PRO-BONE study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 3, p. 253–258, mar. 2019.

VAN DER SLUIS, A. et al. Sport injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 4, p. 351–355, 2014.

VAN DER SLUIS, A. et al. Importance of peak height velocity timing in terms of injuries in talented soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 4, p. 327–332, abr. 2015.

VICENTE-RODRIGUEZ, G. et al. High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1789–1795, out. 2004.

VICENTE-RODRÍGUEZ, G. How does exercise affect bone development during growth? **Sports Medicine**, v. 36, n. 7, p. 561–569, 2006.

VLACHOPOULOS, D. et al. The impact of sport participation on bone mass and geometry in male adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 2, p. 317–326, fev. 2017a.

VLACHOPOULOS, D. et al. Longitudinal adaptations of bone mass, geometry, and metabolism in adolescent male athletes: The PRO-BONE study. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 32, n. 11, p. 2269–2277, nov. 2017b.

VLACHOPOULOS, D. et al. The effect of 12-month participation in osteogenic and non-osteogenic sports on bone development in adolescent male athletes. The PRO-BONE study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 4, p. 404–409, abr. 2018.

WRIGLEY, R. et al. Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 15, p. 1573–1580, 2012.

WRIGLEY, R. et al. Long-term soccer-specific training enhances the rate of physical development of academy soccer players independent of maturation status. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 13, p. 1090–1094, 10 jul. 2014.

ZOUCH, M. et al. Long-term soccer practice increases bone mineral content gain in prepubescent boys. **Joint, Bone, Spine**, v. 75, n. 1, p. 41–49, jan. 2008.

ZOUCH, M. et al. Young male soccer players exhibit additional bone mineral acquisition during the peripubertal period: 1-year longitudinal study. **European Journal of Pediatrics**, v. 173, n. 1, p. 53–61, 7 jan. 2014.

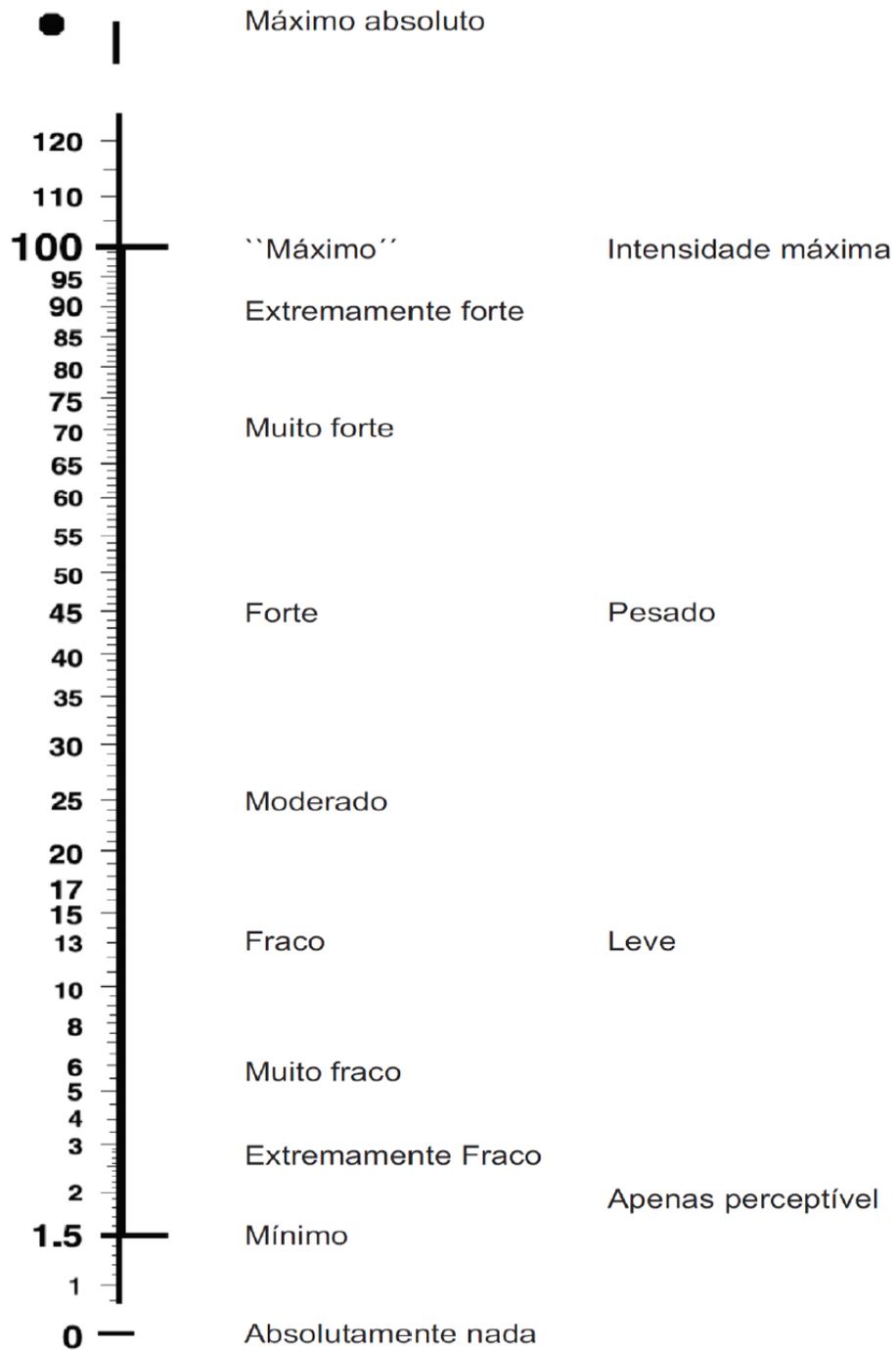
ZOUCH, M. et al. Soccer increases bone mass in prepubescent boys during growth: a 3-yr

longitudinal study. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 18, n. 2, p. 179–186, abr. 2015.

ZOUCH, M. et al. Volleyball and basketball enhanced bone mass in prepubescent boys. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 19, n. 3, p. 396–403, jul. 2016.

ANEXOS

Anexo 1 – Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) CR-100



Anexo 2 – Questionário de estresse e recuperação para atletas – (RESTQ 76 – SPORT)

Nos últimos (3) dias/noites

1) *...eu vi televisão*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

2) *...eu dormi menos do que necessitava*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

3) *...eu realizei importantes tarefas*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

4) *...eu estava desconcentrado*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

5) *...qualquer coisa me incomodava*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

6) *... eu sorri*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

7) *...eu me sentia mal fisicamente*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

8) *...eu estive de mau humor*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

9) *...eu me sentia relaxado fisicamente*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

10) *...eu estava com bom ânimo*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

11) *...eu tive dificuldades de concentração*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

12) *...eu me preocupei com problemas não resolvidos*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

13) *...eu me senti fisicamente confortável (tranquilo)*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Nos últimos (3) dias/noites

14) *...eu tive bons momentos com meus amigos*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

15) *...eu tive dor de cabeça ou pressão (exaustão) mental*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

16) *...eu estava cansado do trabalho*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

17) *...eu tive sucesso ao realizar minhas atividades*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

18) *...eu fui incapaz de parar de pensar em algo (alguns pensamentos vinham a minha mente a todo momento)*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

19) *...eu me senti disposto, satisfeito e relaxado*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

20) *...eu me senti fisicamente desconfortável (incomodado)*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

21) *...eu estava aborrecido com outras pessoas*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

22) *...eu me senti para baixo*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

23) *...eu me encontrei com alguns amigos*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

24) *... eu me senti deprimido*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

25) *...eu estava morto de cansaço após o trabalho*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

26) *...outras pessoas mexeram com meus nervos*

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Nos últimos (3) dias/noites

27) ... **eu dormi satisfatoriamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

28) ...**eu me senti ansioso (agitado)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

29) ... **eu me senti bem fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

30) ...**eu fiquei “de saco cheio” com qualquer coisa**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

31) ...**eu estava apático (desmotivado/lento)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

32) ... **eu senti que eu tinha que ter um bom desempenho na frente dos outros**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

33) ...**eu me diverti**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

34) ...**eu estava de bom humor**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

35) ... **eu estava extremamente cansado**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

36) ...**eu dormi inquietamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

37) ... **eu estava aborrecido**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

38) ... **eu senti que meu corpo estava capacitado em realizar minhas atividades**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

39) ... **eu estava abalado (transtornado)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

*Nos últimos (3) dias/noites*40) **...eu fui incapaz de tomar decisões**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

41) **...eu tomei decisões importantes**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

42) **... eu me senti exausto fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

43) **... eu me senti feliz**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

44) **... eu me senti sob pressão**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

45) **... qualquer coisa era muito para mim**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

46) **... meu sono se interrompeu facilmente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

47) **... eu me senti contente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

48) **... eu estava zangado com alguém**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

49) **... eu tive boas idéias**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

50) **... partes do meu corpo estavam doloridas**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

51) **...eu não conseguia descansar durante os períodos de repouso**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

52) **...eu estava convencido que eu poderia alcançar minhas metas durante a competição ou treino**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Nos últimos (3) dias/noites

53) ... **eu me recuperei bem fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

54) ... **eu me senti esgotado do meu esporte**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

55) ... **eu conquistei coisas que valeram a pena através do meu treinamento ou competição**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

56) ... **eu me preparei mentalmente para a competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

57) ... **eu senti meus músculos tensos durante a competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

58) ... **eu tive a impressão que tive poucos períodos de descanso**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

59) ... **eu estava convencido que poderia alcançar meu desempenho normal a qualquer momento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

60) ... **eu lidei muito bem com os problemas da minha equipe**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

61) ... **eu estava em boa condição física**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

62) ... **eu me esforcei durante a competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

63) ... **eu me senti emocionalmente desgastado pela competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

64) ... **eu tive dores musculares após a competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

65) ... **eu estava convencido que tive um bom rendimento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Nos últimos (3) dias/noites

66) ... **muito foi exigido de mim durante os períodos de descanso**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

67) ...**eu me preparei psicologicamente antes da competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

68) ...**eu quis abandonar o esporte**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

69) ...**eu me senti com muita energia**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

70) ...**eu entendi bem o que meus companheiros de equipe sentiam**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

71) ... **eu estava convencido que tinha treinado bem**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

72) ...**os períodos de descanso não ocorreram nos momentos corretos**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

73) ... **eu senti que estava próximo de me machucar**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

74) ...**eu defini meus objetivos para a competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

75) ...**meu corpo se sentia forte**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

76) ... **eu me senti frustrado pelo meu esporte**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

77) ... **eu lidei bem com os problemas emocionais dos meus companheiros de equipe**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	multíssimas vezes	sempre

Muito Obrigado!

Anexo 3 – Aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA DE TREINAMENTO EM JOGADORES DE FUTEBOL SUB-13, SUB-15 E SUB-17 DURANTE UMA TEMPORADA COMPETITIVA: Efeito sobre medidas comportamentais, parâmetros de composição corporal e desempenho físico.

Pesquisador: Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 02401118.0.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.200.651

Apresentação do Projeto:

Projeto de tese de Doutorado de Anderson Santiago Teixeira do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo.

O presente estudo terá como objetivo verificar a influência da idade cronológica na distribuição das cargas de treinamento aplicadas e nas mudanças sobre medidas comportamentais, de composição corporal e de desempenho físico durante uma temporada competitiva em adolescentes jogadores de futebol. Os participantes deste estudo serão recrutados nas categorias sub-13 (n estimado = 20-25), sub-15 (n estimado = 20-25) e sub-17 (n estimado = 20-25) de dois clubes de futebol profissional da cidade de Florianópolis. Um grupo de adolescentes escolares da mesma faixa etária será recrutado em uma escola para servir de grupo controle. Esse grupo controle realizará apenas as avaliações de composição corporal.

Os seguintes critérios de inclusão serão adotados: (i) adolescentes do sexo masculino praticantes de futebol em academias/clubes vinculados à Federação Catarinense de Futebol (FCF) e à Confederação Brasileira de Futebol (CBF); (ii) idade cronológica entre 12 e 18 anos; (iii) ausência de lesões musculares e sinais clínicos de doenças cardiopulmonar e cardiovascular as quais poderiam

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 3.200.651

limitar a realização de esforços máximos durante os testes de avaliação física; (iv) participar de forma regular e sistemática em treinamentos específico de futebol por no mínimo há 2 anos; (v) para os adolescentes

pertencentes ao grupo controle deverão declarar a participação regular nas aulas de educação física com nenhum envolvimento ou treinamento em atividades esportivas de forma organizada.

Objetivo da Pesquisa:

Alem do Objetivo Geral o pesquisador descreve objetivos para cada etapa da pesquisa o que contribui para a compreensão do escopo do projeto.

Verificar a influência da idade cronológica na distribuição das cargas de treinamento aplicadas e mudanças sobre medidas comportamentais, de composição corporal e de desempenho físico durante uma temporada competitiva em adolescentes jogadores de futebol

Estudo I

Objetivo Geral

Examinar a influência da idade cronológica sobre a dinâmica das cargas de treinamento acumulada e as mudanças nas medidas de estresse-recuperação, percepção de bem-estar e desempenho físico ao longo de uma temporada competitiva em adolescentes jogadores de futebol de diferentes categorias etárias.

Estudo II:

Objetivo Geral

Examinar a influência da idade cronológica sobre as mudanças nas medidas de composição corporal e massa óssea ao longo de uma temporada competitiva em adolescentes jogadores de futebol de categorias etárias distintas e adolescentes escolares (controle).

Estudo III:

Objetivo Geral

Examinar a influência da idade cronológica sobre a variabilidade semanal em medidas de desempenho neuromuscular, dor muscular e percepção de bem-estar após jogos oficiais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios foram analisados e estão em acordo com a legislação vigente e preservam a

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 3.200.651

integridades dos sujeitos pesquisados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A PRESENTE PROPOSTA DE PESQUISA POSSUI RELEVÂNCIA ACADÊMICA E PODERÁ, COM OS RESULTADOS OBTIDOS, PROPORCIONAR INOVAÇÕES PARA A ÁREA DESPORTIVA.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os apontamentos do Parecer 3.024.458 foram considerados pelo pesquisador, que responde em documento anexado a esta plataforma de modo a contemplar os apontamento realizados.

- 1 - FOLHA DE ROSTO APRESENTADA E DEVIDAMENTE ASSINADA PELA COORDENADORA DO PROGRAMA.
- 2 - ORÇAMENTO APRESENTADO - MINIMO DE CUSTOS SEM VINCULO COM BOLSA DE PESQUISA;
- 3 - CRONOGRAMA - refeito com data prevista de inicio em março de 2019
- 4 - COLETA DE DADOS PREVISTA PARA INICIAR EM MARÇO DE 2019.
- 5 - TCLE PARA PAIS APRESENTADO CONSTANDO TODOS OS ITENS DA RESOLUÇÃO, ESCLARECIDOS OS CUSTOS E LOCAIS DE AVALIAÇÃO;
- 6 - TALE APRESENTADO CONSTANDO TODOS OS ITENS DA RESOLUÇÃO.
- 7 - ANUÊNCIA DAS INSTITUIÇÕES APRESENTADAS: COLÉGIO DE APLICAÇÃO UFSC E AVAÍ

Recomendações:

SEM RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Consideramos a proposta adequada aos termos éticos vigentes.

Considerações Finais a critério do 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_1220540.pdf	10/12/2018 01:30:36		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Resposta_ao_parecer_emitido_pelo_cepsh_ufsc_10122018_docx	10/12/2018 01:29:50	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
TCLE / Termos de	Termo_de_Assentimento_10122018_	10/12/2018	Anderson Santiago	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.200.651

Assentimento / Justificativa de Ausência	Grupo_Futebol.docx	01:10:09	Teixeira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Assentimento_10122018_Grupo_Control.docx	10/12/2018 01:09:55	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_10122018_Grupo_Futebol.docx	10/12/2018 01:09:34	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_10122018_Grupo_Control.docx	10/12/2018 01:09:26	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	1_AST_Tese_Oficial_CEPH_10122018.docx	10/12/2018 01:09:08	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_20181101.pdf	01/11/2018 17:57:57	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_CDS.pdf	17/09/2018 23:19:19	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Colegio_Aplicacao.pdf	17/09/2018 23:19:00	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Avai_FC.pdf	17/09/2018 23:18:44	Anderson Santiago Teixeira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_FFC.pdf	17/09/2018 23:18:26	Anderson Santiago Teixeira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não