

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU EM EDUCAÇÃO
FÍSICA

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO CONTEÚDO E DA
DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE JOVENS ATLETAS
DURANTE A 1º TEMPORADA DE TREINAMENTO
SISTEMATIZADO NO FUTEBOL

Luhane Silva de Morais

NATAL - RN
2019.

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO CONTEÚDO E DA DENSIDADE
MINERAL ÓSSEA DE JOVENS ATLETAS DURANTE A 1ª TEMPORADA DE
TREINAMENTO SISTEMATIZADO NO FUTEBOL

Luhane Silva de Moraes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Luis Mortatti.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro Ciências da Saúde - CCS

Morais, Luhane Silva de.

Análise do comportamento do conteúdo e da densidade mineral óssea de jovens atletas durante a 1º temporada de treinamento sistematizado no futebol / Luhane Silva de Moraes. - 2019. 54f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Centro Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. 2019. Orientador: Dr. Arnaldo Luis Mortatti.

1. Densidade Óssea - Dissertação. 2. Conteúdo Mineral Ósseo - Dissertação. 3. Treinamento - Dissertação. 4. Futebol - Dissertação. 5. Atletas - Jovens - Dissertação. I. Mortatti, Arnaldo Luis. II. Título.

RN/UF/BS-CCS

CDU 612.751

Luhane Silva de Morais

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO CONTEÚDO E DA DENSIDADE
MINERAL ÓSSEA DE JOVENS ATLETAS DURANTE A 1º TEMPORADA
DE TREINAMENTO SISTEMATIZADO NO FUTEBOL

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre em Educação Física.**

Data: ___/___/___

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Arnaldo Luis Mortatti
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Moreira da Silva Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque
Universidade Estadual de Londrina

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que tornaram possível a realização deste trabalho:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Arnaldo Luis Mortatti pela forma como orientou o presente estudo, pela atenção, paciência, disponibilidade, pelos ensinamentos acadêmicos, profissionais e éticos e também pela relevância das suas críticas e sugestões;

Aos membros da minha banca de qualificação, Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque e o Prof. Dr. Breno Guilherme de Araújo Tinoco Cabral pelas excelentes contribuições e alinhamento do estudo;

Aos meus colegas do GEPEFIC pelo apoio emocional, pela ajuda nas coletas dos dados e pela disponibilidade em contribuir para finalização deste estudo;

A minha família sempre presente ao longo de toda minha vida acadêmica e profissional, minha maior motivação para conquistar um futuro melhor e poder retribuir tudo o que fizeram por mim;

Ao meu esposo, Tulio de Paiva, por sempre caminhar junto comigo, me apoiando e me incentivando a conquistar novos horizontes;

As minhas amigas, parceiras de trabalho, Carol e Hortência, por viabilizarem meu afastamento laboral e permitir que eu pudesse me dedicar integralmente a minha pesquisa;

A Diego da secretaria do Programa de Pós Graduação pela sua eficiência, prestabilidade e amabilidade.

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|------------|
| | LISTA DE TABELAS | iv |
| | LISTA DE ABREVIACÕES | v |
| | LISTA DE ABREVIACÕES | vi |
| | RESUMO | vii |
| | ABSTRACT | ix |
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 | JUSTIFICATIVA | 4 |
| 3 | OBJETIVOS | 5 |
| 3.1 | Objetivo geral | 5 |
| 3.2 | Objetivos específicos | 5 |
| 4 | HIPÓTESE | 6 |
| 5 | REVISÃO DE LITERATURA | 7 |
| 5.1 | Mecanismos fisiológicos envolvidos na formação do tecido ósseo | 7 |
| 5.2 | Desenvolvimento do Tecido ósseo na infância e na adolescência | 8 |
| 5.3 | Treinamento esportivo e saúde óssea de jovens | 11 |
| 5.4 | Saúde óssea e o atleta de futebol | 13 |
| 6 | MATERIAIS E MÉTODOS | 15 |
| 6.1 | Modelo do Estudo | 15 |
| 6.2 | População e amostra | 15 |
| 6.3 | Critérios de inclusão e exclusão | 15 |
| 6.4 | Local da pesquisa e delineamento experimental | 16 |
| 6.5 | Procedimentos da Pesquisa | 17 |
| 6.5.1 | Variáveis antropométricas | 17 |
| 6.5.2 | Avaliação da maturação somática | 18 |
| 6.5.3 | Composição Corporal pelo DXA | 18 |
| 6.5.4 | Consumo de Cálcio | 19 |
| 6.5.5 | Nível de Atividade Física – Acelerometria | 19 |
| 6.5.6 | Controle da carga de treinamento | 20 |
| 6.5.7 | Modelo de treinamento aplicado | 20 |

| | | |
|-----|--|----|
| 6.6 | Análise Estatística | 21 |
| 7 | RESULTADOS | 23 |
| 7.1 | Caracterização da amostra..... | 23 |
| 7.2 | Comportamento do Conteúdo mineral ósseo (CMO) e densidade mineral óssea (DMO) justado pelo pico de velocidade de crescimento (PVC) | 23 |
| 7.3 | Relação do Delta CMO e DMO com a Ingestão de Cálcio | 24 |
| 8 | DISCUSSÃO | 27 |
| 9 | CONCLUSÃO..... | 30 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 31 |
| | LISTA DE ANEXOS | 34 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Modelo de treinamento de futebol da categoria sub-15..... | 21 |
| Tabela 2 – Características da amostra ao longo do período de treinamento (n = 14)..... | 25 |
| Tabela 3 – Conteúdo mineral ósseo (CMO) e densidade mineral óssea (DMO) ao longo do período de treinamento ajustado pelo pico de velocidade de crescimento (n = 14)..... | 26 |

LISTA DE ABREVIÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Fluxograma de coleta de dado..... | 17 |
|--|----|

LISTA DE ABREVIACOES

| | |
|---------------|---|
| CMO | Conteúdo Mineral sseo |
| DEXA | Dual-energy X-ray Absortimetry |
| DMO | Densidade Mineral ssea |
| PC | Período Competitivo |
| PP | Período de Preparaco |
| PSE da sessão | Percepo Subjetiva do Esforço da sessão |
| PVC | Pico de Velocidade de Crescimento |

RESUMO

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO CONTEÚDO E DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE JOVENS ATLETAS DURANTE A 1ª TEMPORADA DE TREINAMENTO SISTEMATIZADO NO FUTEBOL

Autor: Luhane Silva de Moraes

Orientador: Arnaldo Luis Mortatti

INTRODUÇÃO: O treinamento sistematizado no futebol é um estímulo importante para o processo de mineralização óssea em jovens, porém, pouco se sabe do processo de adaptação do tecido ósseo em adolescentes que iniciam esse treinamento durante o pico de velocidade de crescimento (PVC). **OBJETIVO:** acompanhar e avaliar o comportamento dos indicadores de saúde óssea (DMO e CMO) em jovens atletas da categoria sub-15 durante a 1ª temporada de treinamento e competição. **MÉTODOS:** Participaram 14 atletas [$14,8 \pm 0,4$ anos; $61,0 \pm 9,6$ kg; $171,2 \pm 5,5$ m; $-0,2$ (IC= $-0,4; 0,5$) anos para o PVC] monitorados durante 14 semanas de treinos (3 vezes por semana/2h dia). Durante esse período verificou-se: carga interna do treino (PSE da sessão); as medidas antropométricas para avaliação do pico de velocidade de crescimento (PVC); densidade mineral óssea (DMO) e conteúdo mineral ósseo (CMO) através do DEXA. O monitoramento foi realizado em três momentos: 1) Linha de Base; 2) Ao final do período de preparação (PP) e 3) Ao final do período competitivo (PC). Ainda, foram investigados o consumo médio de ingestão de cálcio através do Recordatório Alimentar (R24h) e o nível de atividade física pela acelerometria. Utilizou-se o Teste t de *Student* pareado para comparar a carga interna média entre os períodos de PP e PC; A ANOVA de medidas repetidas seguida do *post hoc* de Bonferroni foi utilizada para comparar as variáveis descritivas da amostra, o CMO e a DMO, ao longo dos 3 momentos do monitoramento, utilizando o PVC como covariável de ajuste. **RESULTADOS:** A carga interna média dos treinos do Período de Preparação (PP) e Período de Competitivo (PC) foram semelhantes [$1493,0 \pm 148,5$ vs. $1344,7 \pm 311,9$ u.a., $t_{(16)} = 2,109$; $p = 0,051$]. Houve efeito do tempo ajustado pelo PVC sobre o CMO da perna [$F_{(2, 24)} = 10,158$; $p = 0,001$; $\eta^2_p = 0,458$; poder = 0,973], tronco [$F_{(2, 24)} = 5,851$; $p = 0,009$; $\eta^2_p = 0,328$; poder = 0,827] e corpo [$F_{(2, 24)} = 16,630$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,581$; poder = 0,999], assim como na DMO do corpo [$F_{(2, 24)} = 5,848$; $p = 0,009$; $\eta^2_p = 0,328$; poder = 0,827]. O CMO da perna (diferença média = 25,0 g; $p = 0,001$) e tronco (diferença média = 23,3 g; $p = 0,013$) foi maior

no 3º momento (PC) comparado com o baseline. O CMO do corpo foi maior no PC comparado ao baseline (diferença média = 52,8 g; $p < 0,001$) e ao PP (diferença média = 33,0 g; $p = 0,003$). A DMO do corpo total foi maior no PC comparado ao baseline (diferença média = 0,17 g/cm²; $p < 0,001$). **CONCLUSÃO:** Durante a temporada de treinamento e competição observou-se um incremento do CMO e da DMO. Assim, a conclusão do estudo é que o treinamento sistemático no futebol, mesmo durante o processo do estirão de crescimento, proporcionou impacto positivo nos marcadores de saúde óssea.

Palavras chaves: Tecido ósseo; Puberdade; Atletas; Adolescentes; Futebol e Treinamento físico.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE CONTENT AND BONE MINERAL DENSITY BEHAVIOR OF YOUNG ATHLETES DURING THE FIRST SEASON OF SYSTEMATIZED TRAINING IN FOOTBALL

Author: Luhane Silva de Morais

Advisor: Arnaldo Luis Mortatti

INTRODUCTION: The systematic soccer training is an important stimulus for the process of bone mineralization in young people, but little is known about the process of bone tissue adaptation in adolescents who begin this training during the peak height velocity. (PHV). **OBJECTIVE:** To monitor and evaluate the behavior of bone health indicators (BMD and BMC) in young athletes, sub-15 football category, during the first training and competition season. **METHODS:** Participants were 14 athletes [14.8 ± 0.4 years; 61.0 ± 9.6 kg; 171.2 ± 5.5 m; -0.2 (CI = $-0.4; 0.5$) years for PVC] monitored during 14 weeks of training (3 times per week / 2h day). During this period there were: internal training load (session PSE); the anthropometric measurements for the evaluation of the peak of growth velocity (PHV); bone mineral density (BMD) and bone mineral content (BMC) through DEXA. The monitoring was carried out in three moments: 1) Baseline; 2) the end of the preparation period (PP) and 3) the end of the competitive period (PC). Also, the average intake of calcium through the Food Recall (R24h) and the level of physical activity by accelerometry were investigated. The Student's t-test was used to compare the internal average load between PP and PC periods; The repeated-measures ANOVA followed by the Bonferroni post hoc was used to compare the descriptive variables of the sample, BMC and BMD, during the 3 monitoring moments, using PHV as adjustment covariate. **RESULTS:** The internal average load of the Periods of Preparation (PP) and Competitive Period (CP) were similar [$1493,0 \pm 148,5$ vs. $1344,7 \pm 311,9$ u.a., $t_{(16)} = 2,109$; $p = 0,051$]. There was an effect of the time adjusted by the PVC on the BM of the leg [$F_{(2, 24)} = 10,158$; $p = 0,001$; $\eta^2_p = 0,458$; poder = 0,973], trunk [$F_{(2, 24)} = 5,851$; $p = 0,009$; $\eta^2_p = 0,328$; poder = 0,827] and body [$F_{(2, 24)} = 16,630$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,581$; poder = 0,999], as well as body BMD [$F_{(2, 24)} = 5,848$; $p = 0,009$; $\eta^2_p = 0,328$; poder = 0,827]. The BMC of the leg (mean difference = 25.0 g; $p = 0.001$) and trunk (mean difference = 23.3 g; $p = 0.013$) was higher at the 3rd moment (CP) compared to the baseline. The body CMO was higher in the CP compared

to the baseline (mean difference = 52.8 g; $p = 0.001$) and PP (mean difference = 33.0 g; $p = 0.003$). The BMD of the total body was higher in the PC compared to the baseline (mean difference = 0.17 g / cm²; $p < 0.001$). **CONCLUSION:** During the training and competition season an increase in BMC and BMD was observed. Thus, the conclusion of the study is that systematic football training, even during the growth spurt process, has had a positive impact on bone health markers.

Key words: Bone tissue; Puberty; Atletes; Adolescents; Football and Physical Training.

1 INTRODUÇÃO

O processo de crescimento e o desenvolvimento do indivíduo é caracterizado por mudanças significativas no tamanho físico e na maturação, e regidos por influência mútua entre os componentes genéticos e o meio ambiente (HILLS; BYRNE, 2010). Alterações em direção da maturação do tecido ósseo, muscular e adiposo estão entre os aspectos mais importantes do crescimento físico durante a adolescência, pois alteram a altura, o peso e as proporções corporais e definem as diferenças de gênero na composição corporal (MALINA, 2009).

Em relação ao tecido ósseo, é na fase da infância e da adolescência, que a deposição e a formação da massa óssea excedem a reabsorção, implicando aumento do conteúdo mineral ósseo (CMO) e da densidade mineral óssea (DMO) em fases que coincidem com o pico de velocidade de crescimento (BACHRACH; SILLS, 2011) onde se observa maior formação da massa óssea, ou “pico de formação óssea”. Essa condição só é possível quando os fatores ambientais como exposição solar, dieta, estado hormonal e prática regular de exercício físico são favoráveis (KRAHENBÜHL et al., 2018a).

Dentre esses fatores, a prática regular de exercício físico e o treinamento sistemático de uma modalidade esportiva tem potencial para influenciar na aquisição de densidade mineral óssea (DMO) através do efeito osteogênico gerado pelo exercício, que provoca um remodelamento desse tecido resultando, potencialmente, em adaptações ósseas positivas. Além disso, a aquisição de tecido muscular antecede o aumento da massa óssea durante o estirão da puberdade, sugerindo que o incremento da massa muscular e, conseqüentemente da força, gere um ambiente osteogênico adequado para o processo de remodelamento ósseo (MAILLANE-VANEGAS et al., 2018; WARD et al., 2007).

Mesmo sabendo que a prática esportiva pode influenciar positivamente a densidade mineral óssea, existem alguns esportes que envolvem mudanças direcionais rápidas de movimento, que estão mais associados à maior DMO, quando comparadas aos esportes que envolvem apenas uma direção do movimento (KRAHENBÜHL et al., 2018a).

Assim, indivíduos praticantes de esportes como basquete, vôlei e futebol apresentam valores significativamente mais altos de massa óssea quando comparados com grupos controles não praticantes (VARLEY et al., 2017).

Especificamente no futebol, os ganhos de DMO são adquiridos em função da diversidade e variedade de movimentos e um maior grau de recrutamento de sarcômeros musculares,

gerando maior carga física sobre os tecidos ósseos, facilitando o estresse mecânico e promovendo adaptações no osso cortical em adolescentes, tornando os ossos mais saudáveis (VARLEY et al., 2017). Todavia, o aumento de CMO e DMO ocorrem em lugares que sofrem maior impacto devido a sobrecarga, do que em lugares não tão estimulados (ŠELINGEROVÁ et al., 2015).

Além disso, foi verificado que meninos engajados no futebol durante a puberdade apresentaram melhorias na DMO e no CMO na região do quadril e lombar, quando comparados com seus controles, indicando que o acréscimo ósseo foi estimulado pela combinação de exercício físico e hormônios sexuais, e não apenas por um dos fatores isoladamente (ZOUCH et al., 2015).

Porém, trabalhos físicos em excesso, com cargas de trabalhos intensificados e com pouco tempo de recuperação podem desencadear um processo de desmineralização óssea levando os jovens atletas a um prejuízo na saúde óssea. Dessa forma, o recomendado é que a prescrição não atinja níveis muito intensos de treinamento porque pode-se criar condições nas quais aumente a suscetibilidade à lesões e fratura óssea (HILLS; KING; ARMSTRONG, 2007), tendo em vista que a frequente exposição a cargas de treinamento intensas e altas demandas de períodos pré competitivos podem ocasionar alterações fisiológicas que levem ao prejuízo no resultado esportivo e gerem interferências nos parâmetros de saúde do atleta (ROMAGNOLI, et. al., 2016; CHATZINIKOLAOU et. al., 2014).

Além disso, segundo Agostinete et al. (2017b) e Kemper et al (2008), o pico de velocidade de crescimento (PVC) antecede o pico de acúmulo de massa óssea (PMO), acarretando em um desalinhamento entre o aumento da massa óssea e o aumento no tamanho do esqueleto, esse momento pode apresentar riscos potenciais de fraturas pelo fato da massa esquelética não acompanhar o aumento no tamanho do esqueleto, embora essa dissociação entre crescimento linear e ganho de massa óssea sobre o reconhecido efeito osteogênico causado pelo exercício ainda seja incerto.

Sendo assim, é necessário acompanhar o desenvolvimento do jovem atleta a fim de identificar seu estágio maturacional, especialmente por meio da avaliação somática, pois ela fornece um indicativo do momento em que o jovem atinge o PVC (MYER et al., 2013).

De tal modo, é de grande relevância observar o comportamento dos indicadores de saúde óssea (DMO e CMO) durante o processo de estirão de crescimento (durante o PVC) em jovens que estão iniciando em programas de treinamento sistemático e especializado no futebol, que se

caracteriza pela participação em jogos competitivos, aumento do volume e cargas de treinos, início da preparação física, objetivando avanços técnicos, físicos, psicológicos e táticos. Desta forma, o objetivo geral desta pesquisa é observar o comportamento dos indicadores de saúde óssea (DMO e CMO) em jovens atletas da categoria sub-15 de futebol durante a 1ª temporada de treinamento e competição.

2 JUSTIFICATIVA

É importante observar os indicadores de saúde óssea de jovens atletas inseridos em uma Categoria sub-15 de futebol tendo em vista que, é durante o período da puberdade que os adolescentes sofrem modificações morfológicas, funcionais e psicológicas decorrentes do processo de maturação, e uma destas modificações está relacionada ao tecido ósseo.

Os atletas em questão se encontram próximo ao período do Pico de Velocidade de Crescimento (PVC), e também estão inseridos em uma modalidade esportiva que promove o aumento do conteúdo mineral ósseo (CMO) e da densidade mineral óssea (DMO) gerado pelo estresse mecânico do exercício.

Além disso, os jovens atletas estão iniciando em uma temporada de treinamento e competição de uma categoria de base que se inicia com um treinamento sistematizado, com maior participação em jogos competitivos, aumento do volume e cargas de treinos, início da preparação física, objetivando avanços técnicos, físicos, psicológicos e táticos. Assim, cargas excessivas de treinamento podem trazer queda no rendimento esportivo e prejuízos nos parâmetros de saúde óssea dos esportistas.

Sendo assim, torna-se interessante observar as possíveis influências deste treinamento sobre os indicadores de saúde óssea nos atletas e a partir destas identificações colaborar na adequação do treino a fim de diminuir as ocorrências de cargas de treinamento que sejam superiores à capacidade do jovem em se adaptar, o que pode aumentar as ocorrências de lesões no tecido ósseo e conseqüentemente comprometer o desempenho durante o processo de treinamento e competição, como também possibilitar o estabelecimento de programas de treinamento que se aproximem do estágio maturacional, sem que altas demandas de treinamento e competição causem prejuízos na aquisição de massa óssea.

Além disso, é importante entender como um treinamento no futebol, com objetivos competitivos, pode impactar na dissociação entre o crescimento linear e os componentes da saúde óssea, especialmente em atletas que estão no seu primeiro ano de treinamento sistemático.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Observar o comportamento dos indicadores de saúde óssea (DMO e CMO) em jovens atletas da categoria sub-15 de futebol durante a 1º temporada de treinamento e competição.

3.2 Objetivos específicos

- Demonstrar o comportamento do Conteúdo e da Densidade Mineral Óssea em jovens futebolistas durante o período de treinamento.
- Verificar o comportamento do Conteúdo Mineral Ósseo em jovens futebolistas em função do processo de treinamento;
- Verificar o comportamento da Densidade Mineral Óssea em jovens futebolistas em função do processo de treinamento.

4 HIPÓTESE

A hipótese deste estudo é que no primeiro ano de treinamento especializado e sistematizado no futebol, os jovens atletas da categoria sub-15, que se encontram próximo ao PVC, apresentem algum incremento nos valores de densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo durante os primeiros meses da temporada inicial.

5 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta revisão de literatura será discutido os mecanismos fisiológicos envolvidos na formação do tecido ósseo, o desenvolvimento do tecido ósseo durante as fases da infância e da adolescência e o impacto do treinamento esportivo nos parâmetros ósseos de jovens atletas que se encontram próximos a fase do Pico de Velocidade de Crescimento.

5.1 Mecanismos fisiológicos envolvidos na formação do tecido ósseo

O tecido ósseo constitui a maior parte do esqueleto, que é a estrutura de sustentação do corpo e é responsável por 98% da estatura e os 2% restantes correspondem as cartilagens. Ele é uma estrutura viva que envolve uma matriz de colágeno (componentes orgânicos) e cristais de hidroxiapatita (componentes inorgânicos) o que confere força à estrutura óssea (MALINA et al., 2009).

O osso é um tecido dinâmico que responde à estimulação mecânica e é capaz de promover um aumento líquido na massa óssea e que passa por ajustes contínuos durante a vida para atingir e preservar o tamanho, a forma e a estrutura do esqueleto como também na regulação da homeostase mineral (RAGGATT; PARTRIDGE, 2010).

As células ósseas são formadas por osteoblastos, que são células responsáveis pela formação óssea e encontradas nas superfícies externas de um osso, envolvidas no colágeno e no meio intercelular, para se tornar um osteócito (célula óssea definitiva) (HAMILL; KNUTZEN, 2012). São células que expressam os receptores do hormônio paratireoide (PTH) e têm vários papéis importantes na remodelação óssea: expressão de fatores osteoclastogênicos, produção de proteínas da matriz óssea e mineralização óssea (RAGGATT; PARTRIDGE, 2010).

As células ósseas são também reabsorvidas por osteoclastos, que são células que reabsorvem o tecido ósseo para liberação de minerais na circulação, e são encontradas na matriz óssea. Estão envolvidas no remodelamento ósseo, que são ajustadas para remover a matriz óssea mineralizada (HAMILL; KNUTZEN, 2012).

Destá forma, o tecido ósseo cortical e trabecular é formado e reabsorvido por células como osteoblastos e osteoclastos, respectivamente. Essas células são derivadas de células-tronco mesenquimais e hematopoiéticas, respectivamente, que residem na medula óssea. Os osteócitos, localizados na matriz óssea, controlam os osteoblastos e os osteoclastos em resposta à carga

mecânica cíclica. Essas células atuam como mecanossensores, que são regularmente dispersos pela matriz óssea e são conectados uns aos outros por meio de processos dendríticos que ocupam pequenos canais chamados canalículos (TRÜSSEL; MÜLLER; WEBSTER, 2012).

O processo de modelagem e remodelação tem a finalidade de desenvolver e manter o sistema esquelético. A modelagem óssea é responsável pelo crescimento e adaptação do osso e requer que os processos de formação óssea e reabsorção óssea ocorram em locais anatômicos distintos. O remodelamento ósseo é responsável pela remoção e reparo do osso danificado para manter a integridade do esqueleto adulto e da homeostase mineral. Para que este evento ocorra de maneira sincronizada é necessário que ocorram sequencialmente no mesmo local anatômico para preservar a massa óssea (RAGGATT; PARTRIDGE, 2010).

O remodelamento é regulado por citocinas locais e por hormônios, incluindo o paratormônio (PTH), 1,25 dihidroxivitamina D (1,25-OH₂-D), fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF-1) e calcitonina (GOLDEN; ABRAMS; COMMITTEE ON NUTRITION, 2014).

O processo de formação óssea ocorre através da ossificação endocondral, um processo durante o qual as células mesenquimais se acumulam e se diferenciam em condrócitos para construir o modelo de cartilagem para o futuro osso. Em seguida, este modelo orgânico é substituído por uma invasão vascular de células ósseas que iniciam a deposição mineral (ossificação endocondral). Durante a ossificação endocondral, o osso se desenvolve substituindo cartilagem hialina. No entanto, a cartilagem não é transformada em osso, mas serve como um modelo para a formação de novos ossos (WANG; SCHRODER; MULLER, 2018).

5.2 Desenvolvimento do Tecido ósseo na infância e na adolescência

O crescimento e a maturação durante a infância e a adolescência são conduzidos por fatores genéticos e ambientais. Durante os anos de formação, tanto a nutrição quanto a atividade física influenciam no crescimento e na maturação. Alterações maturacionais nos ossos, músculos e gordura estão entre os aspectos mais importantes do crescimento físico durante a adolescência, pois alteram a altura, o peso e as proporções corporais e definem as diferenças de gênero na composição corporal (HILLS; BYRNE, 2010).

O processo de formação óssea compreende a fase de ossificação, que é a formação do osso pela ação dos osteoblastos e osteoclastos. A medida que o osso aumenta de tamanho, desde do

nascimento até a adolescência, as placas epifisiais se expandem ao mesmo tempo que novas células são formadas. Durante este processo de crescimento, o osso é modelado para mudar sua forma e seu tamanho para manter sua espessura e resistência (HAMILL; KNUTZEN, 2012).

A deposição mineral óssea começa durante a gravidez, com dois terços do acúmulo uterino ocorrendo durante o terceiro trimestre. O conteúdo mineral ósseo (CMO) aumenta 40 vezes desde o nascimento até a idade adulta, e o pico de massa óssea é alcançado no final da segunda década da vida (GOLDEN; ABRAMS; COMMITTEE ON NUTRITION, 2014).

No estágio fetal, o osso é formado a partir da substituição da cartilagem hialina, que é lentamente substituída por tecido ósseo, de maneira que, ao nascimento, a criança já apresenta parcialmente alguns ossos ossificados. Nesta fase, são necessários para o crescimento e a mineralização do esqueleto fetal, dose adequadas de consumo de cálcio e minerais (HAMILL; KNUTZEN, 2012).

Durante seu crescimento, ocorre o aumento da massa muscular e conseqüentemente aumento do seu peso corporal. Essas mudanças afetam o esqueleto fazendo com que os ossos se ajustem ao esqueleto em crescimento. Desta forma, o osso é acrescentado ou reabsorvido para alterar a forma ou aumentar sua rigidez (SZADEK; SCHARER, 2014). Na fase da infância e da adolescência ocorrem o máximo de acúmulo mineral ósseo, por volta dos 14 anos nos meninos. Nesta fase, o tecido ósseo passa por diversas alterações, caracterizadas por intenso crescimento físico e desenvolvimento do corpo. Essas mudanças ocorrem porque a deposição e a formação da massa óssea excedem a reabsorção, implicando aumento de conteúdo mineral ósseo (CMO) e da densidade mineral óssea (DMO) em fases que coincidem com o crescimento em estatura (KRAHENBÜHL et al., 2018b).

Na fase do desenvolvimento puberal, as interações entre o hormônio do crescimento (GH) e os hormônios esteróides sexuais estão em alta. Em adolescentes masculinos ocorrem concentrações crescentes de testosterona durante a puberdade aumentando a secreção espontânea de GH e a produção do fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF-1). Ambas as concentrações de GH e IGF-1 diminuem significativamente na puberdade tardia e no início da idade adulta, apesar das altas concentrações de hormônios esteróides gonadais (HILLS; BYRNE, 2010).

O ganho máximo de DMO depende de uma menor taxa de remodelação e é prejudicado em situações de produção irregular ou insuficiente de esteróides sexuais. Após o início da puberdade, os esteróides sexuais e o GH agem em conjunto para aumentar a produção de IGF-

1 pelas células do fígado e dos ossos para induzir o crescimento linear e expansão óssea em ambos os sexos (SCHTSCHERBYNA et al., 2019).

Após o pico da massa óssea, a fase de remodelação é o processo predominante ao longo da vida, assim os aumentos na massa óssea continuam após o crescimento linear estar completo, sendo atingido na fase do Pico de Velocidade de Crescimento, 25% do pico de massa óssea durante a adolescência (BACHRACH; SILLS, 2011).

Evidências indicam que a infância e a adolescência fornecem uma “janela de oportunidade” para maximizar a massa e força óssea, sendo assim um período crítico para a mineralização do esqueleto. A quantidade de massa óssea adquirida na adolescência tem um papel de reservatório ao longo da vida, servindo como um dos principais fatores de proteção da osteopenia e da osteoporose na vida futura (SCHTSCHERBYNA et al., 2019).

Atualmente, alguns fatores já são notadamente conhecidos pela influência que exercem na aquisição de massa óssea durante a adolescência: a influência genética; hormonal; o estágio maturacional; a etnia; e o estilo de vida (consumo diário de cálcio, nível de atividade física) (TENFORDE; FREDERICSON, 2011).

Com relação a influência hormonal, vários hormônios afetam a massa óssea. Nas garotas, o estrogênio é importante na manutenção da DMO, sua deficiência está associada ao aumento da reabsorção óssea e ao aumento do risco de fraturas. Já nos garotos, a testosterona, o hormônio do crescimento e o IGF-1 promovem a formação óssea, enquanto o glicocorticóide aumenta a reabsorção óssea e prejudica a formação óssea (GOLDEN; ABRAMS; COMMITTEE ON NUTRITION, 2014).

Estrogênio parece intermediar a ação dos esteróides sexuais nos ossos também nos garotos, o aumento gradual da secreção de testosterona pelos testículos leva a um aumento proporcional nos níveis de estrogênio, estimulando a produção de IGF-1 e diminuindo a remodelação óssea, e conseqüentemente aumentando a massa óssea (SCHTSCHERBYNA et al., 2019).

No que diz respeito a ingestão de cálcio, o baixo consumo ou níveis baixos dos hormônios reguladores do cálcio acarretam a utilização das reservas de cálcio existentes no osso, aumentando a ação dos osteoclastos. O efeito prolongado desse desequilíbrio no osso pode trazer prejuízos a saúde óssea (MCARDLE; KATCH, 2017).

A recomendação relacionada a ingestão de cálcio deve atender ao consumo diário recomendado de 500 mg para crianças de 1 a 3 anos, 800 mg para crianças de 4 a 8 anos e 1300

mg para crianças e adolescentes de 9 a 18 anos de idade. Além de observar as reservas de vitamina D no corpo total, que devem atingir concentrações de pelo menos 20 a 32 ng / mL (50-80 nmol / L) (BACHRACH; SILLS, 2011).

Outro fator de influência na mineralização óssea está relacionado a prática de atividade física, e este será tratado de maneira mais detalhada no capítulo seguinte.

5.3 Treinamento esportivo e saúde óssea de jovens

O treinamento esportivo afeta a composição corporal, o desempenho e parâmetros fisiológicos de crianças e adolescentes, ele é um dos muitos fatores com potencial para influenciar o crescimento e a maturação (MALINA et al., 2009).

A participação esportiva na fase da infância e da adolescência tem sido considerada uma importante estratégia para reduzir o risco de desenvolvimento de doenças ósseas crônicas pois é possível aumentar a densidade mineral óssea e reduzir a prevalência de fraturas relacionadas à osteoporose no futuro (AGOSTINETE et al., 2017a).

Desta maneira, o exercício físico é capaz de gerar por meio do efeito osteogênico um remodelamento ósseo causado pelo estresse mecânico que afeta a força e a geometria nos ossos corticais e trabeculares, como também estimula a liberação de hormônios relacionados à maior formação óssea (AGOSTINETE et al., 2017a). Assim, o processo de acumulação óssea por meio da atividade física ocorre quando a deformação óssea excede seu limiar de modelação fornecendo estímulo osteogênico suficiente para aumentar a resistência óssea no local onde ocorreu a carga mecânica (KRAHENBÜHL et al., 2018a).

Com relação a influência no aumento do tecido ósseo, à atividade física e o treinamento esportivo são aliados no desenvolvimento e manutenção do tecido ósseo pelo fato do osso depender da carga mecânica para seu crescimento e fortalecimento (AGOSTINETE et al., 2017). Além disso, modalidades esportivas de impacto praticadas antes do final do crescimento têm se mostrado como um dos principais influenciadores da massa óssea durante os estágios da puberdade, beneficiando o processo de acumulação mineral na estrutura óssea (ZOUCH et al., 2015).

Desta maneira, as respostas dos ossos são moduladas pela aplicação local de uma carga mecânica, ou seja, os locais dos ossos onde foi aplicado uma carga mecânica apresentam melhores índices de massa óssea do que os locais sem sobrecarga mecânica (ŠELINGEROVÁ

M et al., 2015). E esse ganho de tecido são mantido até a idade adulta, sendo um forte aliado na prevenção da osteoporose (MANTOVANI et al., 2016).

Outro fato importante, está relacionado ao aumento de massa muscular durante o estirão pubertário, que antecede o aumento de massa óssea, sugerindo que o incremento da massa muscular e, conseqüentemente da força, possa estimular a formação e resistência do osso (GORDON et al., 2017).

A força que os músculos exercem contra o osso é influenciada pela quantidade de massa corporal que os músculos e ossos toleram, levando a uma relação positiva entre a massa muscular e os ossos. Portanto, o efeito osteogênico atribuído à participação esportiva é fortemente apoiado por esse estímulo mecânico criado pelo exercício físico. (AGOSTINETE et al., 2017a)

Outro fator relacionado com aumentos de CMO e DMO, diz respeito ao alto desempenho físico e aumento da força muscular em adultos jovens (SCERPELLA et al., 2017). Segundo o conceito proposto por Frost e Schönau (2000) de unidade músculo-osso, o aumento da resistência óssea depende principalmente do músculo, pois ele é capaz de gerar uma maior carga mecânica e pressão sobre o osso.

Deste modo, esportes que envolvem alta aceleração e que produzem maiores cargas no osso resultam em maior resistência óssea do que esportes que exigem forças musculares submáximas (SCHTSCHERBYNA et al., 2019). Por esta razão, alguns estudos indentificaram, em jovens de idade média de 19 anos, correlações entre o aumento do desempenho físico, força muscular e função neuromuscular com CMO e DMO total, bem como massa magra e tamanho muscular (SCERPELLA et al., 2017).

Além disso, diferentes modalidades esportiva produzem impactos em níveis variáveis de acumulação óssea. Assim, quanto mais intensas e freqüentes as atividades físicas forem, melhores são os resultados nos parâmetros ósseos. Da mesma maneira, esportes com mudanças direcionais rápidas de movimento estão mais associados à maior DMO, quando comparadas com os que envolvem apenas uma direção do movimento (KRAHENBÜHL et al., 2018b).

Desta maneira, praticantes de esportes, como futebol, tênis e capoeira, apresentam melhores valores de DMO e geometria óssea quando comparados com atletas de nataçãõ, o que demonstra que esportes que exigem impacto e sobrecarga corporal promovem maior deposição óssea, otimizando os ganhos de densidade mineral óssea (KRAHENBÜHL et al., 2018b).

5.4 Saúde óssea e o atleta de futebol

Esportes com sobrecarga podem criar um ambiente ideal para o crescimento ósseo. No caso do futebol, que é um esporte que exige variedade de movimentos, é possível gerar grande recrutamento de sarcômeros musculares fruto da ampla variação de movimento, que geram impacto suficiente sobre a estrutura óssea, resultando em adaptações ósseas positivas. Além disso os estímulos mecânicos aumentam a carga física nos tecidos ósseos, facilitando o estresse necessário em todo o processo celular levando a melhorias na DMO (MAILLANE-VANEGAS et al., 2018).

Assim, o futebol é aceito como um esporte osteogênico porque é caracterizado por movimentos de ações explosivas, como o sprinting, mudanças de direção, saltos e chutes, resultando em altas forças de reação ao solo, gerando uma maior sobrecarga nos ossos (ZOUCH et al., 2015). Isso implica em respostas esqueléticas específicas no local do impacto, principalmente devido as ações típicas executadas durante o jogo e às propriedades biomecânicas da superfície em que os jogadores de futebol praticam seu esporte (LOZANO-BERGES et al., 2018).

O efeito osteogênico do futebol ocorre especificamente no colo do fêmur e coluna lombar, locais específicos de sobrecarga, que apresentam aumentos percentuais na DMO e CMO em jogadores adolescentes de futebol quando comparados aos controles, indicando uma resposta esquelética local e uma carga de impacto atuando no esqueleto (ZOUCH et al., 2015).

No entanto, quando comparados os efeitos do treinamento do futebol entre jovens no estágio púbere com o pré-púbere, os efeitos mais positivos para CMO e DMO são encontrados nos jovens púbere, sugerindo que a chegada da puberdade potencializa ainda mais os efeitos físicos do treinamento (LOZANO-BERGES et al., 2018).

Assim, meninos engajados no futebol durante a puberdade (precoce e tardia) apresentaram melhorias na DMO e no CMO na região do quadril e lombar, quando comparados com seus controles. Indicando que o acréscimo ósseo foi estimulado pela combinação de exercício físico e hormônios sexuais, e não apenas por qualquer um dos fatores isoladamente (ZOUCH et al., 2015).

Outro achado relacionado a otimização de DMO em atletas de futebol com idade média de 19 anos, diz respeito a primeira temporada de treinamento intenso dentro da modalidade, indicando que nos anos iniciais de treinamento os atletas apresentaram melhorias significativas

na DMO da perna, independentemente da idade, sexo, raça, ou altura, aumentando sua capacidade de desempenho físico e diminuindo o potencial de lesão em comparação com os anos seguintes analisados (SCERPELLA et al., 2017). Isto se deve ao fato de que as grandes mudanças de atividade e de carga de treinamento ocorreram durante a transição dos atletas da fase do colegial à faculdade do que no segundo ano de treinamento, que não ocorreu mudanças de atividade. Desta forma, o aumento nos indicadores de saúde óssea (CMO e DMO) podem contribuir para um melhor potencial de cicatrização e menor tempo de recuperação, além de reduzir o risco de lesões óssea por extresse e fraturas (SCERPELLA et al., 2017).

Da mesma maneira, em outro estudo realizado com adolescentes de elite com idade média de 16 anos, foi verificado que o aumento do volume de treinamento no futebol em jovens atletas ocasionou, após 12 semanas de treinamento, melhorias na acumulação óssea na tíbia, gerando aumento na densidade cortical quando comparados com jogadores recreativos no futebol e com jovens sedentários (VARLEY et al., 2017).

Em contra partida, nos estudos realizados por Agostinete et al. (2017b) e Kemper et al (2008) foram apresentados que o momento do PVC significa um período de riscos potenciais de fraturas por ser um período que antecede o pico de acúmulo de massa óssea, estando incerto o efeito osteogênico do exercício durante esta fase de desenvolvimento somático.

Em resumo, os assuntos abordados nessa revisão bibliográfica indicam que a prática de treinamento físico, especialmente durante a puberdade é um efetivo estímulo osteogênico que pode melhorar a saúde óssea do jovem praticante. Porém, ainda é muito pequeno o corpo de evidências que demonstre que o treinamento intensificado, durante o pico de velocidade de crescimento possa acarretar algum efeito deletério para o acúmulo de tecido ósseo durante essa fase de crescimento do jovem desportista.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Modelo do Estudo

Para o desenvolvimento desta pesquisa realizou-se um estudo do tipo descritivo com desenho observacional, analítico e longitudinal, com o objetivo de observar o comportamento dos indicadores de saúde óssea (DMO e CMO) em jovens atletas da categoria sub-15 de futebol durante a 1ª temporada de treinamento e competição. Em conformidade com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com a CAEE, nº 80929817.5.0000.5537.

6.2 População e amostra

O número de participantes da pesquisa foi escolhido de forma intencional e não-probabilística sendo um total de 17 atletas de futebol da categoria sub-15. No entanto, somente uma amostra de 14 atletas, com idade média de 14 anos participaram da pesquisa.

6.3 Critérios de inclusão e exclusão

Os participantes desta pesquisa foram selecionados a partir de critérios previamente estabelecidos para a sua inclusão:

- a) Ter a idade estabelecida por essa pesquisa, ou seja, estar entre 14 e 15 anos de idade cronológica;
- b) Estar devidamente selecionado pela comissão técnica para a participação em competição;
- c) Não estar com nenhum problema físico nos dias da avaliação que o impedisse de realizar os testes de maneira adequada no momento da aplicação;
- d) Ter participado de pelo menos 80% dos treinamentos realizados durante o período de análise.

6.4 Local da pesquisa e delineamento experimental

Inicialmente foi encaminhado para a diretoria do clube de futebol um pedido de autorização para a realização desta pesquisa, mediante o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE – Anexo B), que constou os objetivos da pesquisa, bem como a metodologia aplicada. Após essa autorização, foi realizada a apresentação do TCLE e o termo de assentimento aos atletas. Os atletas selecionados a participar da pesquisa entregaram o TCLE e o termo de assentimento para os pais ou responsáveis e retornaram com esse documento devidamente assinado.

A fim de analisar o efeito de uma 1ª temporada de treinamento e competição nas respostas do conteúdo e densidade mineral óssea de jogadores de futebol da categoria SU-15, os dados foram coletados durante 15 (quinze) semanas de treino, com 7(sete) jogos competitivos. Os atletas foram submetidos a uma avaliação longitudinal, que teve início no mês de março e seguiu até final de junho de 2018. O estudo consistiu em analisar de forma sistemática, por um período de 15 (quinze) semanas, a carga interna dos treinos por meio da PSE-sessão, o acompanhamento da saúde óssea (CMO e DMO) dos atletas por meio do DXA, bem como análise do estágio maturacional, por meio da avaliação somática e verificação das medidas antropométricas (altura; peso e medida tronco encefálica). As coletas dos dados aconteceram no clube de futebol da cidade de Natal e no laboratório da UFRN.

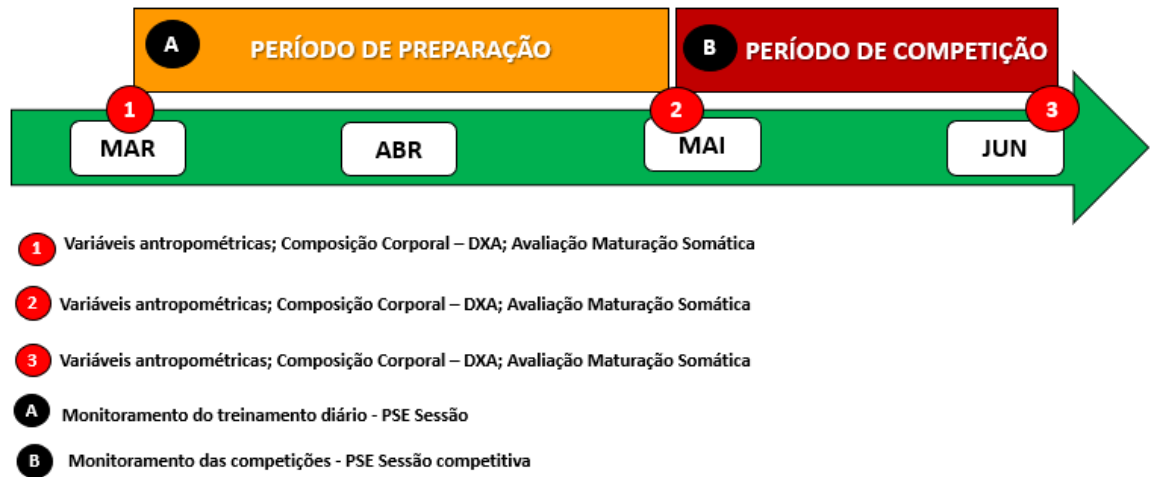
As avaliações no laboratório ocorreram em três momentos: a primeira avaliação (Baseline), realizada nos dias 13 e 15 de março; Período de Preparação: correspondeu a segunda avaliação, realizada nos dias 15 e 17 de maio; Período Competitivo: correspondeu a terceira avaliação, realizada no dia 21 de junho. Durante o período Competitivo, os atletas participaram durante 7 (sete) semanas de 7 (sete) jogos, ocorrendo um jogo por semana. Foi um Campeonato Estadual de Futebol Infantil envolvendo 12 (doze) equipes do Rio Grande do Norte. Os jogos foram realizados no Estádio Juvenal Lamartine com duração de 70 (setenta) minutos, divididos em 02 (dois) tempos de 35 (trinta e cinco) minutos cada, com 10 (dez) minutos de intervalo entre ambos, ocorrendo no turno da manhã/ tarde e com temperatura entre 29 e 32° C.

Durante toda a temporada de treinamento e competição os atletas foram alojados no próprio clube alimentando-se quatro vezes ao dia com a prescrição do nutricionista do clube, atendendo os requisitos mínimos para o padrão nutricional. O tempo para dormir e acordar dos

atletas não foi controlado pelo comitê técnico. Os atletas treinavam sempre no turno da tarde (14h as 16h). A PSE da sessão foi coletada 20 a 25 minutos após o final de cada treino e partida.

O desenho experimental está representado abaixo:

Figura 1 – Fluxograma de coleta de dado



6.5 Procedimentos da Pesquisa

6.5.1 Variáveis antropométricas

Para caracterização da amostra foram mensuradas as variáveis antropométricas segundo a padronização da International Society for Advancement in Kinanthropometry – ISAK. Cada avaliador (experiente) passou por um período de capacitação do protocolo das medidas, obedecendo aos valores de referência propostos por Pedersen e Gore (2000). O cálculo foi realizado a partir de um estudo realizado paralelamente com 30 sujeitos, seguindo as equações:

$$ETM \text{ (Absoluto)} = \sqrt{(\sum d^2)/2n};$$

Onde: $\sum d^2$ = Somatório dos desvios elevado ao quadrado; N = número de sujeitos avaliados.

$$\%ETM = ETM/VMV \times 100$$

Onde: ETM = Valor do ETM absoluto; VMV = Valor médio da variável.

Estatura, altura tronco-cefálica, comprimento de membro inferior e massa corporal: Para a aferição da estatura e altura tronco-cefálica foi empregado um estadiômetro vertical, com 210 cm de comprimento e precisão de 0,1 cm. O comprimento de membro inferior foi dado pela diferença entre a altura tronco-cefálica e estatura.

A avaliação da massa corporal foi realizada através de uma balança de plataforma, digital, da marca *WELMY*[®], calibrada, graduada de zero a 150 kg e com precisão de 0,1 kg. A partir dos resultados obtidos com as avaliações de estatura e massa corporal, foi estabelecido o índice de massa corporal (IMC), dado pelo quociente entre a massa corporal (expressa em quilograma) e a estatura (expressa em metros) elevada ao quadrado.

6.5.2 Avaliação da maturação somática

A avaliação da maturação somática foi realizada a partir dos procedimentos escritos por Mirwald et al. (2002), que identifica o status maturacional a partir de dados antropométricos como, idade, estatura, altura troncocefálica e comprimento de membros inferiores, a fim de classificar os atletas avaliados em estados maturacionais. Esta avaliação vem sendo utilizada como alternativa aos métodos mais invasivos em outros estudos envolvendo crianças e adolescentes e sendo associada a diferentes valores de testes motores. A equação corresponde: Maturity Offset = $[(- 9.236 + (0.0002708 * \text{Leg Length and Sitting Height interaction}) - (0.001663 * \text{Age and Leg Length interaction}) + (0.007216 * \text{Age and Sitting Height interaction}) + (0.02292 * \text{Weight by Height ratio})]$.

6.5.3 Composição Corporal pelo DXA

A avaliação da composição corporal foi realizada através da absorciometria radiológica de dupla energia (DEXA) (Lunar[®]/G.E PRODIGY – LNR 41.990). Foram avaliados os componentes da composição corporal (massa magra, gorda e percentual de gordura, CMO e DMO) com o atleta deitado em posição de decúbito dorsal devendo permanecer com os joelhos estendidos, sendo orientados a não se mexer durante o processo de escaneamento, o qual levou aproximadamente 10 minutos. Os dados escaneados foram direcionados à um computador

diretamente ligado ao DEXA. O Software utilizada para análise das variáveis foi o Encore 10.1. As avaliações foram realizadas por avaliadores qualificados para utilização do DEXA, apresentando erro padrão de 2%.

6.5.4 Consumo de Cálcio

Para avaliação do consumo alimentar de cálcio foi aplicado o Recordatório Alimentar de 24 horas (R24h) durante três dias consecutivos, sendo um dos dias referente ao consumo alimentar do final de semana. O instrumento consiste em registrar dentro de um diário informações quantitativas sobre os alimentos e bebidas consumidos 24h precedente ou no dia anterior, da primeira até a última refeição. Foi registrado o nome do alimento ou preparação, especificando o máximo possível a quantidade, de acordo com as orientações das medidas caseiras, utensílios domésticos e fotografias das medidas. Os dados coletados foram lançados em um Sistema de Avaliação e Prescrição Nutricional (AVANUTRI – versão 4.0) para medir o consumo médio de ingestão de cálcio. A ingestão dietética de cálcio durante a adolescência é um determinante importante do pico de massa óssea, tendo em vista que um consumo inadequado pode reduzir a quantidade de cálcio circulante no sangue e assim, prejudicar o ganho de DMO proporcionado pela atividade física.

6.5.5 Nível de Atividade Física – Acelerometria

As variáveis de comportamento sedentário, nível de atividade física leve e atividade física moderada e vigorosa foram avaliados usando acelerometria de 24 horas. Um acelerômetro Actigraph wGT3X-BT (ActiGraph LLC, Pensacola, FL, EUA) foi usado na cintura em uma cinta elástica posicionado no alinhamento da crista ilíaca com a linha axilar média direita.

A medição do nível de atividade física foi utilizado para caracterização dos atletas com relação ao seu compartimento diário de atividade vigorosa e comportamento sedentário.

Os participantes foram instruídos a usar o acelerômetro 24 h por dia (removendo apenas para atividades aquáticas, banho e sono) por pelo menos 7 dias consecutivos, incluindo 2 dias de fim de semana. A quantidade mínima de dados diurnos considerados aceitáveis para inclusão na amostra foi de pelo menos 10 h de tempo de uso em vigília por dia.

Os dados foram coletados em uma taxa de amostragem de 60 Hz, baixados em epochs de 1 s através do software ActiLife versão 6.13.3 (ActiGraph LLC, Pensacola, FL, EUA) e posteriormente reinseridos em epochs de 60 s para as diferentes análises.

Após a exclusão do tempo de não uso acordado (qualquer sequência de ≥ 60 minutos consecutivos de 0 counts de atividades), Sedentarismo (SED) foi definido como todo o movimento ≤ 100 counts por 60 s, Atividade física leve (AFL) entre 101 e 2292 counts e Atividade física moderada e vigorosa (AFMV) ≥ 2293 counts, o que é consistente com os limites amplamente utilizados (EVENSON et al., 2008).

Os valores diários de duração comportamento SED, AFL e AFMV foram exportados para conjuntos de dados com múltiplas observações para cada participante (por exemplo, uma linha por dia), com cada participante tendo até 7 repetições de medidas SED / AFL / AFMV.

6.5.6 Controle da carga de treinamento

A metodologia utilizada para o controle da carga de treinamento foi a PSE da sessão proposta por Foster et al. (2001), uma técnica não invasiva e com validade reprodutiva em futebol (IMPELLIZZERI et al., 2004). Para isso, a partir da escala de CR-10 perguntamos ao atleta “Como foi o seu esforço no treino?”. Para a quantificação da carga interna de treino e competitiva calculou-se o produto da duração do treino pelo score obtido na escala da percepção subjetiva do esforço. Os valores encontrados foram expressos em unidades arbitrárias (UA). Todos os indivíduos já eram familiarizados com a PSE da sessão. A controle da carga de treino pela PSE da sessão contribui para o entendimento do estresse fisiológico gerado pelo treinamento e pelas temporadas de competição (MOREIRA et al., 2015).

6.5.7 Modelo de treinamento aplicado

Os 14 atletas foram submetidos a 14 semanas de treinos durante a temporada de treinamento e competição, com frequência de 3 a 4 vezes por semana no próprio clube, no período da tarde, com duração média de 120 minutos. As sessões de treinamento eram compostas por treino físico (treinamento de força), treino técnico e tático (jogos reduzidos), treinos de flexibilidade e a cada 15 dias participavam de jogos amistosos aos sábados.

As cargas internas (PSE da sessão) das sessões de treinamento variavam entre 750 a 2000 unidades arbitrárias semanais. Na fase do período de preparação, o modelo de treinamento ocorreu conforme apresentado na tabela 1. Durante a fase de competição, os atletas participaram de 07 jogos competitivos referente ao Campeonato Estadual Potiguar.

Tabela 1 – Modelo de treinamento de futebol da categoria sub-15

| SEG | TER | QUA | QUI | SEX | SAB | DOM |
|-----------------------|-------|--------------------------|-------|---------------------|-------------------|-------|
| Força/ Pliometria | Folga | Coordenação | Folga | Flexibilidade | Jogo amistoso | Folga |
| Técnico/ Tático | | Velocidade/ agilidade | | Técnico/ Tático | | |
| | | - | | | | |
| | | Técnico/ Tático | | | | |
| Tempo: 100-120 min | | Tempo: 100 -120 min | | Tempo: 60-70 min | Tempo: 100 min | |

6.6 Análise Estatística

A normalidade de distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e escore-z da assimetria e curtose. Os dados com distribuição normal foram expressos em média e desvio-padrão, enquanto os dados com distribuição não-normal foram expressos em mediana e quartis 25 e 75. Teste t de *Student* pareado foi utilizado para comparar a carga interna média semanal entre os períodos de preparação e competitivo. A ANOVA de medidas repetidas seguida do *post hoc* de Bonferroni foi utilizada para comparar as variáveis descritivas da amostra, o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea ao longo do período de treinamento. Para as análises de conteúdo e densidade mineral óssea, o pico de velocidade de crescimento foi utilizado como covariável de ajuste. A esfericidade dos dados foi verificada pelo Teste de Mauchly. O eta parcial (η^2_p) foi utilizado para determinar o tamanho efeito. A ANOVA de Friedman foi utilizada para comparar a massa magra, massa gorda e o pico de velocidade de crescimento. O coeficiente de correlação produto-momento de Pearson foi utilizado para verificar a relação entre delta de CMO e delta de DMO (período competitivo– baseline) com a ingestão de cálcio. Os coeficientes de correlação foram interpretados com fraco ($r = 0,10$ a $0,30$), moderado ($r > 0,30$ a $0,50$), e forte ($r > 0,50$) de acordo com definição de Cohen (Cohen, 1988). Para todas as análises foi adotado $p < 0,05$ como significância estatística. Todos os dados foram

analisados no *software* estatístico SPSS versão 20.0 para Windows (Statistical Package for Social Sciences, Chicago, IL, USA). Para todas as análises inferenciais foram realizados os cálculos do poder do teste a posteriori. O poder dos testes foi apresentado na descrição dos resultados de cada análise. Na realização dos cálculos do poder dos testes foi utilizado o software G*Power version 3.1.9.2. (Franz Faul[©], UniversitätKiel, Germany).

7 RESULTADOS

7.1 Caracterização da amostra

As características da amostra ao longo do período de treinamento (i.e. baseline, período de preparação e período competitivo) estão apresentadas na Tabela 2. A idade centesimal aumentou ao longo do período de treinamento [$F(2, 26) = 157,444$; $P < 0,001$; $\eta^2_p = 0,924$; poder = 1,000]. Especificamente, do baseline para o período de preparação com aumento em 0,157 anos com IC95% de 0,119 a 0,195 anos, e do baseline para o período competitivo com aumento em 0,221 anos com IC95% de 0,190 a 0,253 cm. A estatura também aumentou durante o período de treinamento [$F(1,387, 18,037) = 12,012$; $P = 0,001$; $\eta^2_p = 0,480$; poder = 0,955]. Especificamente, do baseline para o período de preparação houve aumento em 0,650 cm com IC95% de 0,093 a 1,207 cm, e do baseline para o período competitivo aumentou em 1,043 cm com IC95% de 0,291 a 1,794 cm. A massa corporal aumentou [$F(2, 26) = 7,055$; $P = 0,004$; $\eta^2_p = 0,352$; poder = 0,897] do baseline para o período de preparação com aumento médio de 1,707 kg/m² com IC95% de 0,498 a 2,917 kg/m². Da mesma forma, a massa magra aumentou apenas entre estas fases do treinamento [$\chi^2(2) = 7,704$, $P < 0,021$]. A carga interna média semanal dos treinos no período de preparação e período competitivo foram semelhantes [$t(16) = 2,109$; $P = 0,051$; Effect Size $d_z = 0,48$].

7.2 Comportamento do Conteúdo mineral ósseo (CMO) e densidade mineral óssea (DMO) justado pelo pico de velocidade de crescimento (PVC)

Os resultados de conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea dos participantes ao longo do período de treinamento justado pelo pico de velocidade de crescimento estão apresentados na tabela 3. Houve efeito do tempo ajustado pelo pico de velocidade de crescimento sobre o conteúdo mineral ósseo da perna [$F(2, 24) = 10,158$; $P = 0,001$; $\eta^2_p = 0,458$; poder = 0,973], tronco [$F(2, 24) = 5,851$; $P = 0,009$; $\eta^2_p = 0,328$; poder = 0,827] e corpo total [$F(2, 24) = 16,630$; $P < 0,001$; $\eta^2_p = 0,581$; poder = 0,999], assim como na densidade mineral óssea do corpo total [$F(2, 24) = 5,848$; $P = 0,009$; $\eta^2_p = 0,328$; poder = 0,827]. O conteúdo mineral ósseo da perna (diferença média = 25,0 g; IC95% = 10,7 a 39,3 g; $P = 0,001$) e tronco (diferença média = 23,3 g; IC95% = 4,8 a 41,9 g; $P = 0,013$) foram maiores no período

competitivo comparado ao baseline. O conteúdo mineral ósseo do corpo foi maior no período competitivo comparado ao baseline (diferença média = 52,8 g; IC95% = 33,7 a 71,8 g; $p < 0,001$) e ao período de preparação (diferença média = 33,0 g; IC95% = 11,6 a 54,4 g; $P = 0,003$). A densidade mineral óssea do corpo foi maior no período competitivo comparado ao baseline (diferença média = 0,17 g/cm²; IC95% = 0,008 a 0,025 g/cm²; $P < 0,001$).

7.3 Relação do Delta CMO e DMO com a Ingestão de Cálcio

Os resultados referente a análise de associação entre as variações do Delta (CMO e DMO) do período competitivo ao baseline, com relação a ingestão de cálcio não apresentaram significâncias ($r=0,503$; $p=0,138$) e ($r=-0,176$; $p=0,627$) respectivamente.

Tabela 2 – Características da amostra ao longo do período de treinamento (n = 14)

| Variáveis | | | | P-valor | |
|--|----------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|
| | Baseline | Período de Preparação | Período Competitivo | Baseline-Preparação | Baseline-Competição |
| Idade Centesimal (anos) | 14,8 ± 0,4 | 14,9 ± 0,5 ¹ | 15,0 ± 0,5 ¹ | < 0,001 | < 0,001 |
| Anos para PVC (anos) | -0,1 (-0,3; 0,5) | 0,2 (-0,1; 0,7) ¹ | 0,2 (-0,1; 0,8) ¹ | 0,003 | < 0,001 |
| Massa Corporal (kg) | 62,2 ± 10,1 | 63,9 ± 10,2 ¹ | 63,4 ± 10,1 | 0,004 | 0,143 |
| Estatura (cm) | 172,0 ± 5,5 | 172,6 ± 5,6 ¹ | 173,0 ± 5,8 ¹ | 0,021 | 0,006 |
| Altura Tronco-cefálica (cm) | 88,2 ± 3,8 | 89,2 ± 3,6 | 89,2 ± 3,7 | 0,057 | 0,069 |
| Altura Membro Inferior (cm) | 83,8 ± 2,9 | 83,5 ± 3,8 | 83,9 ± 3,4 | 1,000 | 1,000 |
| IMC (kg/m ²) | 20,9 ± 2,5 | 21,3 ± 2,4 | 21,1 ± 2,3 | 0,057 | 1,000 |
| Massa Gorda (kg) | 9,2 (7,9; 13,4) | 9,3 (7,8; 13,3) | 9,4 (8,3; 12,9) | 0,484 | - |
| Massa Magra (kg) | 47,0 (43,4; 54,6) | 48,1 (43,8; 55,8) ¹ | 47,2 (44,0; 55,9) | 0,024 | 0,176 |
| Ingestão Cálcio (mg/dia) | 515,4 (429,6; 617,4) | - | - | - | - |
| Carga Interna Semanal (u.a.) | - | 1493,0 ± 148,5 | 1344,7 ± 311,9 | 0,051 | |
| Nível de Atividade Física (min/dia) | | | | | |
| Intensidade Leve | - | - | 267,6 ± 50,5 | - | |
| Intensidade Moderada-Vigorosa | - | - | 54,2 ± 9,3 | - | |
| Comportamento Sedentário | - | - | 501,1 ± 91,4 | - | |

Dados apresentados em média ± desvio padrão e mediana (Q25; Q75).

¹ Diferente estatisticamente do baseline. ANOVA com medidas repetidas e ANOVA de Friedman. P-valor em negrito igual diferença estatística

Tabela 3 – Conteúdo mineral ósseo (CMO) e densidade mineral óssea (DMO) ao longo do período de treinamento ajustado pelo pico de velocidade de crescimento (n = 14)

| Variáveis | | | | P-valor | | |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| | Baseline | Período de Preparação | Período Competitivo | Análise ajustada | Baseline-Competição | Competição-Preparação |
| CMO perna (g) | 1221,5 ± 169,2 | 1227,1 ± 175,4 | 1246,6 ± 172,3* | 0,001 | 0,001 | - |
| CMO tronco (g) | 769,9 ± 115,1 | 776,8 ± 112,8 | 793,3 ± 108,1* ² | 0,009 | 0,013 | - |
| CMO corpo total (g) | 2767,5 ± 308,6 | 2787,2 ± 314,7 | 2820,2 ± 305,3 ^{#3} | < 0,001 | < 0,001 | 0,003 |
| DMO corpo total (g/cm ²) | 1,20 ± 0,08 | 1,21 ± 0,07 | 1,22 ± 0,07* | 0,009 | < 0,001 | - |

Dados apresentados em média ± desvio padrão. Pico de velocidade de crescimento foi utilizado como covariável de ajuste na ANOVA de medidas repetidas.

² Diferente estatisticamente do baseline

³ Diferente estatisticamente do baseline e do período de preparação

8 DISCUSSÃO

O estudo observou alterações nos indicadores de saúde óssea (DMO e CMO) em jovens atletas da categoria sub-15 de futebol durante a 1ª temporada de treinamento e competição, demonstrando o comportamento do CMO e DMO em função do processo de treinamento.

Os principais achados foram: (i) houve efeito do tempo (treinamento) ajustado pelo PVC sobre o CMO da perna, do tronco e do corpo total; (ii) houve efeito do tempo (treinamento) ajustado pelo PVC sobre a DMO do corpo total; (v) o treinamento influenciou positivamente nos parâmetros ósseos dos atletas. Assim, a hipótese inicial do estudo foi confirmada pois os anos iniciais de treinamento especializado e sistematizado no futebol acarretaram efeito positivo do CMO e da DMO em jovens atletas que se encontravam próximos ao PVC.

Assim, ao analisar o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea ao longo do período de treinamento ajustado pelo pico de velocidade de crescimento, encontramos efeito positivo do treinamento sobre as variáveis de saúde óssea. Desta maneira, é possível afirmar que o treinamento otimizou os ganhos de DMO e CMO durante o PVC dos atletas. E ainda que não tenha ocorrido variação significativa entre as médias de treino semanal do Período de Preparação ao Período Competitivo, a carga de trabalho imposta na temporada de treinamento e competição, trouxe benefícios para o tecido ósseo dos jovens atletas.

Esta afirmação pode ser justificada utilizando os valores apresentados no estudo de GÓMEZ-CAMPOS et al. (2017) que jovens não atletas entre 14 a 15,9 anos, classificados no Percentil 97, apresentaram valores inferiores de CMO (2350,0 g) e DMO (1,15 g/cm²) quando comparados com os jovens atletas do nosso estudo, que já exibiram no momento do baseline valores maiores de CMO (2767,5 ± 308,6g) e DMO (1,20 ± 75,9 g/cm²) e um ainda tiveram um acréscimo de aproximadamente 2% no final do Período Competitivo (2820,2 ± 305,3 g) e (1,22 ± 74,8 g/cm²) quando comparados com os atletas do estudo acima citado.

Ainda que os trabalhos de Agostinete et al. (2017b) e Kemper et al (2008) indiquem uma tendência de riscos de fraturas durante a fase do PVC, em jovens atletas submetidos a cargas de treinamento intenso, o resultado encontrado no nosso estudo demonstrou que houve incremento acima dos valores populacionais para idade, indicando que a carga de treinamento aplicada trouxe benefício para saúde óssea de jovens atletas que se encontravam próximo ao PVC.

Embora não fizesse parte do escopo desse trabalho, um outro fator influenciador nos indicadores de saúde óssea, diz respeito ao aumento da massa muscular gerado pelo treinamento, no qual foi observado incremento de massa muscular da fase inicial (baseline) e ao

final período de preparação (tabela 2). Segundo o conceito proposto por Frost e Schönau (2000), o aumento da resistência óssea depende principalmente do músculo, pois ele é capaz de gerar uma maior carga mecânica e pressão sobre o osso, aumentando sua resistência óssea (GORDON et al., 2017; SCERPELLA et al., 2017).

Além disso, os atletas avaliados aqui estão incluídos em uma modalidade que resulta em altas forças de reação ao solo, gerando uma maior sobrecarga nos ossos no local do impacto, resultando em maiores ganhos de massa óssea (ZOUCH et al., 2015).

Outra condição influenciadora, diz respeito a fase do PVC que, possivelmente foi o fator indutor de incrementos na DMO e no CMO de membros inferiores e do tronco, o que pode sugerir que o ganho ósseo tenha sido otimizado pela combinação da modalidade esportiva com o momento do PVC, e suas associações com os hormônios sexuais, e não apenas por um dos fatores isoladamente (ZOUCH et al., 2015).

Além disso, ao observar o efeito do treinamento sobre o aumento da massa óssea durante a 1ª temporada de treinamento e competição dos jovens atletas quando retirou-se o efeito confundidor do PVC sobre as variáveis de saúde óssea, foi verificado um aumento significativo de CMO perna e tronco e de DMO corpo total no período competitivo quando comparado com o momento 1 (antes do período de treinamento), como também verificou-se aumento de CMO corpo total durante os três momentos analisados.

Portanto, o primeiro ano de treinamento sistematizado e especializado em que os atletas foram submetidos, que foi marcado pelo aumento do volume e das cargas de treino e participação em jogos competitivos, influenciou nos aumentos observados de CMO e DMO durante a temporada. Da mesma maneira, embora tenha sido realizado com atletas pós-púbere, foi verificado no estudo de Scerpella et al. (2017), que os efeitos do treinamento sobre o tecido ósseo foram mais positivos nos anos iniciais de treinamento do que nos anos seguintes, dentro de uma mesma modalidade.

Outro fato que pode justificar o aumento das variáveis de saúde óssea diz respeito ao aumento do volume de treinamento da transição do treino informal, antes vivenciado pelos jovens atletas, em comparação ao volume de treino aplicado durante o primeiro momento de treinamento sistematizado da categoria su-15 de futebol, que pode ter influenciado no aumento de CMO de pernas e tronco e de DMO. Resultado similar também foi encontrado no estudo de VARLEY et al. (2017) que verificou após 12 semanas de treinamento, melhorias na acumulação óssea na tíbia, gerando aumento na densidade cortical quando comparados com jogadores recreativos no futebol e com jovens sedentários.

Assim, a carga de treino aplicada durante a temporada de treinamento foi adequada para a aquisição de massa óssea, independente do PVC e do baixo consumo de ingestão de cálcio (515,4 mg/dia), apresentando-se abaixo do recomendado (1300 mg/dia). Não foi observado correlação significativa entre os valores de CMO e DMO com a ingestão de cálcio, indicando que mesmo na condição de baixa ingestão de cálcio, ocorreu incremento de CMO e DMO. Este fato foi verificado em outro estudo, que jovens em condições de baixo consumo de cálcio (580 mg/dia) e após intervenção com doses adequadas de consumo de cálcio, não foi observado aumento de CMO e DMO (VOGEL et al., 2017).

Algumas limitações do estudo precisam ser explicitadas e diz respeito a falta de um grupo controle para comparar os resultados com o grupo experimental, como também o número amostral pequeno, decorrente da análise pontual de uma equipe de futebol de uma categoria de base. Além disso, é possível que a análise mais aprofundada do histórico de treino dos anos anteriores dos jovens atletas possa ter sido um fator que contribuisse com o entendimento a respeito da saúde óssea dos jovens no início da temporada.

A intenção do estudo foi apresentar um retrato do comportamento dos parâmetros ósseos de adolescente atletas de futebol que se encontravam na fase do PVC submetidos a uma carga de treino não habitual e inseridos na primeira temporada de treinamento e competição.

Assim, o presente trabalho levanta algumas possibilidades de trabalhos futuros, tais como: avaliar um grupo controle durante o mesmo período de análise realizado com os atletas, a fim de comparar os efeitos do treinamento sobre os parâmetros de DMO e CMO de jovens que se encontram no pico de velocidade de crescimento; avaliar por um período maior de treinamento a fim de verificar o comportamento da saúde óssea durante todo o processo de crescimento até o PVC e ainda, verificar se uma maior frequência de treinamento semanal, com maiores somatório de carga interna de treinamento semanal podem influenciar na saúde óssea do jovem atleta.

9 CONCLUSÃO

Em conclusão, durante a temporada de treinamento e competição observou-se que, durante o pico de velocidade de crescimento, houve um aumento significativo dos indicadores de saúde óssea (CMO e DMO) em jovens atletas da categoria su-15 durante a 1ª temporada de treinamento e competição independente do processo maturacional. Desta maneira, para estes atletas, a carga de treino imposta proporcionou impacto positivo nos marcadores de saúde óssea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, [S.l.], v. 29, n. 4, p. 520-528, 2017a.

AGOSTINETE, R. R. et al. Somatic maturation and the relationship between bone mineral variables and types of sports among adolescents: cross-sectional study. **Medical Journal**, São Paulo, v. 135, n.9, p. 253-259, 2017b.

BACHRACH, L. K.; SILLS, I. N. Clinical Report — Bone Densitometry in Children and Adolescents. **Pediatrics**, Springfield, v. 127, n. 1, p. 189-194, jan. 2011.

CHATZINIKOLAOU, A; DRAGANIDIS, D.; AVLONITI, A.; KARIPIDIS, A.; JAMURTAS, AZ.; SKEVAKI, CL, et al. The microcycle of inflammation and performance changes after a basketball match. **J Sports Sci**, Londres, v. 32, n. 9, p. 870-882, 2014.

COHEN, Jacob. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale (NJ, USA): Lawrence Earlbaum Associates, 1988.

EVENSON, KELLY R. et al. Calibration of two objective measures of physical activity for children. **Journal of Sports Sciences**, [S.l.], v. 26, n.14, p. 1557-1565, nov. 2008.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOSTTSCHALL, L.; HROVATIN, L. A.; PARKER, S., et al. (2001). A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S.l.], v.15, n.1, p. 109-115, 2001.

GOLDEN, N. H.; ABRAMS, S. A. Optimizing Bone Health in Children and Adolescents. **Pediatrics**, Springfield, v. 134, n.4, 2014.

GÓMEZ-CAMPOS, R. et al. Proposed equations and reference values for calculating bone health in children and adolescent based on age and sex. **PLoS ONE**, [S.l.], v.12, n.7, jul. 2017.

GORDON, C. M. et al. The Determinants of Peak Bone Mass. **Journal of Pediatrics**, Sain Louis, v.180, p. 261-269, jan. 2017.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. 3.ed. São Paulo: Manole, 2012.

HILLS, A. P.; BYRNE, N. M. An overview of physical growth and maturation. In: **Cytokines, Growth Mediators and Physical Activity in Children during Puberty**. Basileia: Karger, 2010.

HILLS, A. P.; KING, N. A.; ARMSTRONG, T. P. The Contribution of Physical Activity and Sedentary Behaviours to the Growth and Development of Children and Adolescents Implications for Overweight and Obesity. v. 37, n. 6, p. 533–545, 2007.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, no. 6, p. 1042–1047, 2004

KEMPER, Han C.G. Physical activity, physical fitness, and bone health. Separata de: ARMSTRONG, Neil; MECHELEN, Willen Van (ed.). **Paediatric Exercise Science and Medicine**. 2. ed. Nova Iorque: Oxford University Press, 2008.

KRAHENBÜHL, T. et al. Bone geometry and physical activity in children and adolescents : systematic review. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v.36, n.2, p. 230–237, abr./jun. 2018a.

KRAHENBÜHL, T. et al. Assessment of bone mineral density in young female handball players. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v.20, n.1, jan./fev. 2018b.

LOZANO-BERGES, G. et al. Bone geometry in young male and female football players : a peripheral quantitative computed tomography (pQCT) study. **Archives of Osteoporosis**, [S.l.], v.13, n.1, dez. 2018.

MAILLANE-VANEGAS, S. et al. Bone mineral density and sports participation. **Journal of Clinical Densitometry**, [S.l.], jun. 2018.

MALINA, Robert M; BOUCHARD, Claude; BAR-OR, Oded. **Crescimento, Maturação e Atividade Física**. Tradução: Samantha Stamatiu. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2009.

MANTOVANI, A. M. et al. Sports practice and bone mass in prepubertal adolescents and young adults: A cross-sectional analysis. **Motriz. Revista de Educacao Fisica**, Rio Claro, v.22, n.4, out./dez. 2016.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

MOREIRA, A. et al. The training periodization of professional australian football players during an entire afl season. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 10, no. 5, p. 566-571, 2015.

MYER, G. D. et al. How young is "too young" to start training? **ACSMs Health Fit Journal**, Indianapolis, v. 17, n. 5, p. 14–23, set./out. 2013.

PEDERSEN, D.; GORE, C. Error en la medición antropométrica. In: NORTON, K; OLDS T. (editores). **Antropometrica**. Rosario: Biosystem, 2000.

RAGGATT, L. J.; PARTRIDGE, N. C. Cellular and molecular mechanisms of bone remodeling. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 285, n. 33, p. 25103–25108, 2010.

ROMAGNOLI, M.; SANCHIS-GOMAR, F.; ALIS, R.; RISSO-BALLESTER, J.; BOSIO, A.; GRAZIANI, RL.; RAMPININI, E. Changes in muscle damage, inflammation, and fatiguerelated parameters in young elite soccer players after a match. **J Sports Med Phys Fitness**, Torino, v.56 , n.10, p.1198-1205, out. 2016.

SCERPELLA, J. et al. Increased leg bone mineral density & content during the initial years of college sport. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S.l.], v. 32, n. 4, apr. 2017.

SCHTSCHERBYNA, A. et al. Bone Health, Bone Mineral Density, and Sports Performance. In.: BAGGHI, D.; NAIR, S.; SEN, C. K. **Nutrition and enhanced sports performance: muscle building, endurance and strength**. 2.ed. Londres: Elsevier, 2019.

ŠELINGEROVÁ M et al. Bone mineral density determination by skeletal maturity of young athletes. **Sp Soc Int J Ph Ed Sp**, [S.l.], v.15, n.2, 2015.

SZADEK, L. L.; SCHARER, K. Identification, prevention, and treatment of children with decreased bone mineral density. **Journal of Pediatric Nursing**, Orlando, v. 29, n. 5, p. e3–e14, set./out. 2014.

TENFORDE, A. S.; FREDERICSON, M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. **PM R**, Nova Iorque, v.3, n.9, set. 2011.

TRÜSSEL, A.; MÜLLER, R.; WEBSTER, D. Toward mechanical systems biology in bone. **Annals of Biomedical Engineering**, Nova Iorque, v. 40, n. 11, p. 2475–2487, nov. 2012.

VARLEY, I. et al. Increased Training volume improves bone density and cortical area in adolescent football players. **J Sports Med**, Stuttgart, v.38, n.5, p. 341–346, maio 2017.

VOGEL, K. A. et al. The effect of dairy intake on bone mass and body composition in early pubertal girls and boys: A randomized controlled trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.105, n. 5, p. 1214-1229, maio 2017.

WANG, X.; SCHRODER, H. C.; MULLER, W. E. G. Amorphous polyphosphate, a smart bioinspired nano-/bio-material for bone and cartilage regeneration: towards a new paradigm in tissue engineering. **Materials Chemistry B**, n. 6, p. 2385-2412, 2018.

WARD, L. et al. Bisphosphonate therapy for children and adolescents with secondary osteoporosis. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Oxford, n. 4, out. 2007.

WASSERMAN, H.; O'DONNELL, J. M.; GORDON, C. M. Use of dual energy X-ray absorptiometry in pediatric patients. **Bone**, Elmsford, v.104, p. 84-90, nov. 2017.

ZOUCH, M. et al. Soccer increases bone mass in prepubescent boys during growth : a 3-yr longitudinal study. **Journal of Clinical Densitometry**, Totowa, v.18, n.2, p. 179-186, abr./jun.2015.

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|-----------|
| Anexo I - Carta de anuência..... | 35 |
| Anexo II – Termo de consentimento | 36 |
| Anexo III – Termo de assentimento | 38 |
| Anexo IV – Escala de percepção subjetiva de esforço – PSE (Foster, 1998)..... | 40 |

Anexo I - Carta de anuência



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

CARTA DE ANUÊNCIA

Por ter sido informado verbalmente e por escrito sobre os objetivos e metodologia da pesquisa intitulada **Iniciando no treinamento especializado no futebol: Aspectos relacionados à saúde e ao desempenho físico de jovens atletas**, coordenada pela Professora, Luhane Silva de Moraes, concordo em autorizar a realização das etapas: avaliação antropométrica e maturacional, composição corporal, testes físicos, aplicação dos questionários e a coleta da saliva nesta Instituição que represento.

Esta Instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Esta autorização está condicionada à aprovação prévia da pesquisa acima citada por um Comitê de Ética em Pesquisa e ao cumprimento das determinações éticas propostas na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS e suas complementares.

O descumprimento desses condicionamentos assegura-me o direito de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa.

Natal ____ de ____ de 20____.

Assinatura e carimbo do diretor ou vice-diretor da Instituição

Anexo II – Termo de consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Esclarecimentos

Estamos solicitando a você a autorização para que o menor pelo qual você é responsável participe da pesquisa: **Iniciando no treinamento especializado no futebol: Aspectos relacionados à saúde e ao desempenho físico de jovens atletas** que tem como pesquisadora responsável Luhane Silva de Moraes. Esta pesquisa pretende avaliar a influência do treino especializado de futebol nos parâmetros de saúde em jovens atletas da categoria sub- 15. O motivo que nos leva a fazer este estudo é apresentar informações a respeito do efeito da especialização precoce nos parâmetros de saúde e desempenho físicos dos atletas. Caso você decida autorizar, os adolescentes serão submetidos a uma avaliação antropométrica (peso, altura, altura tronco-encefálica), estágio maturacional, avaliação de composição corporal e teste físico. Será aplicado um questionário com duração de no máximo 15 minutos sobre a incidência de sinais e sintomas de estresse e um outro sobre esforço percebido de carga de treino. E por final realizará a coleta de salivar, que tem por objetivo analisar o comportamento das variáveis hormonais, produção de imunoglobulinas, cortisol e testosterona, tal coleta acontecerá de forma não invasiva e a previsão de riscos é mínima, ou seja, não trará prejuízo a saúde. O estudo possui um risco muito baixo ou quase nulo pois nenhuma das coletas aplicadas serão invasivas, além disso, os testes físicos aplicados serão testes que já fazem parte da avaliação de rotina, desta maneira com baixo risco para o atleta. Informamos que será garantida a privacidade dos dados coletados, que serão utilizados cientificamente. Informamos também que você não será submetido a despesas financeiras, nem receberá gratificação ou pagamento pela participação neste estudo. Você poderá receber esclarecimentos sobre o andamento do resultado dos testes ou da pesquisa quando requisitar com o responsável Luhane Silva de Moraes. Você tem o direito de recusar sua autorização, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você e para ele(a). Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos. Se você tiver algum gasto pela participação dele(a) nessa pesquisa, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você. Se ele(a) sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, ele(a) será indenizado. Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa você deverá ligar para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, telefone 3215-3135. Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com a pesquisadora responsável Luhane Silva de Moraes.

Rubrica do pesquisador

Rubrica do responsável pelo adolescente

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, representante legal do menor _____, autorizo sua participação na pesquisa **Iniciando no treinamento especializado no futebol: Aspectos relacionados à saúde e ao desempenho físico de jovens atletas**. Esta autorização foi concedida após os esclarecimentos que recebi sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados, por ter entendido os riscos, desconfortos e benefícios que essa pesquisa pode trazer para ele(a) e também por ter compreendido todos os direitos que ele(a) terá como participante e eu como seu representante legal. Autorizo, ainda, a publicação das informações fornecidas por ele(a) em congressos e/ou publicações científicas, desde que os dados apresentados não possam identificá-lo(a).

Natal ___ de _____ 20__.

Assinatura do representante legal

Declaração do pesquisador responsável

Como pesquisador responsável pelo estudo “**Iniciando no treinamento especializado no futebol: Aspectos relacionados à saúde e ao desempenho físico de jovens atletas**”, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo. Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

Natal ___ de _____ 2017.

Assinatura do pesquisador responsável

Rubrica do pesquisador

Rubrica do responsável pelo adolescente

Pesquisador responsável: Luhane Silva de Moraes – Rua Professora Gipse Montenegro, 245 Capim Macio. Natal - RN. E-mail: luh.morais21@gmail.com / Contato: (84) 988512997

Anexo III – Termo de assentimento

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: Iniciando no treinamento especializado no futebol: Aspectos relacionados à saúde e ao desempenho físico de jovens atletas, coordenada pela Professora Luhane Silva de Moraes (contato: 84 988512997) sob a orientação do Prof. Dr. Arnaldo Luis Mortatti. Seus pais permitiram que você participe.

Queremos saber com este estudo a influência do treino especializado (treino formal) de futebol nos parâmetros de saúde em jovens atletas da categoria sub- 15. O motivo que nos leva a fazer este estudo é apresentar informações a respeito do efeito da especialização precoce na saúde e no desempenho físico dos jovens atletas. Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os adolescentes que irão participar desta pesquisa têm de 14 a 15 anos de idade.

A pesquisa será feita no Clube do ABC Futebol Clube, onde os adolescentes serão submetidos a uma avaliação que será verificado o peso, a altura, avaliação de composição corporal e teste físico. Será aplicado um questionário com duração de no máximo 15 minutos sobre sinais e sintomas de estresse e um outro sobre a carga de treino percebida. E por final será feito coleta da saliva, que tem por objetivo analisar nível de estresse, aspectos hormonais e a imunidade do atleta, tal coleta acontecerá de forma não invasiva e a previsão de riscos é mínima, ou quase nulo pois nenhuma das coletas aplicadas irão trazer prejuízo ao atleta, além disso, os testes físicos aplicados serão testes que já fazem parte da avaliação de rotina no Clube, desta maneira com baixo risco para o atleta.

Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones que tem no começo do texto. A pesquisa trará benefícios como colaborar na adequação da carga de treino prescrita para adolescentes que participam de um treinamento especializado de futebol. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados no final do estudo ao Clube ABC e na tese de dissertação, mas sem identificar os adolescentes que participaram.

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu _____ aceito participar da pesquisa: Iniciando no treinamento especializado no futebol: Aspectos relacionados à saúde e ao desempenho físico de jovens atletas. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer.

Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Natal, ____ de _____ de _____.

Assinatura do menor

Assinatura do pesquisador

Anexo IV – Escala de percepção subjetiva de esforço – PSE (Foster, 1998)

| Classificação | Descritor |
|----------------------|--------------------|
| 0 | Repouso |
| 1 | Muito, Muito Fácil |
| 2 | Fácil |
| 3 | Moderado |
| 4 | Um Pouco Difícil |
| 5 | Difícil |
| 6 | - |
| 7 | Muito Difícil |
| 8 | - |
| 9 | - |
| 10 | Máximo |