



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS

JOSIEL ALMEIDA DE AVILA

EFEITO DE SETE MESES DE TREINAMENTO FÍSICO E DE ROTINA MILITAR NA  
MASSA ÓSSEA DE JOVENS ADULTOS

CAMPINAS

2018

JOSIEL ALMEIDA DE AVILA

EFEITO DE SETE MESES DE TREINAMENTO FÍSICO E DE ROTINA MILITAR NA  
MASSA ÓSSEA DE JOVENS ADULTOS

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração Saúde da Criança e do Adolescente

ORIENTADOR: PROF. DR. GIL GUERRA JÚNIOR

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. EZEQUIEL MOREIRA GONÇALVES

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO  
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO JOSIEL  
ALMEIDA DE AVILA, E ORIENTADO PELO PROF.  
DR. GIL GUERRA JÚNIOR.

CAMPINAS  
2018

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** Não se aplica.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6846-4133>

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas  
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

Av55e Avila, Josiel Almeida de, 1983-  
Efeito de sete meses de treinamento físico e de rotina militar na massa óssea de jovens adultos / Josiel Almeida de Avila. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Gil Guerra Júnior.

Coorientador: Ezequiel Moreira Gonçalves.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Militares. 2. Exercício. 3. Densidade óssea. 4. Densitometria. 5. Nataçãõ. I. Guerra-Junior, Gil, 1960-. II. Gonçalves, Ezequiel Moreira, 1977-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Effect of seven months of physical training and military routine on the bone mass of young adults

**Palavras-chave em inglês:**

Military

Exercise

Bone density

Densitometry

Swimming

**Área de concentração:** Saúde da Criança e do Adolescente

**Titulação:** Doutor em Ciências

**Banca examinadora:**

Gil Guerra Júnior [Orientador]

Roberto Regis Ribeiro

Anderson Marques de Moraes

Adriana Aparecida Siviero-Miachon

Tathiane Krahenbuhl

**Data de defesa:** 12-06-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Saúde da Criança e do Adolescente

# **BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DOUTORADO**

**JOSIEL ALMEIDA DE ÁVILA**

---

**Orientador (a) PROF(A) DR(A) GIL GUERRA JÚNIOR**

**Coorientador (a) PROF(A). DR(A) EZEQUIEL MOREIRA GONÇALVES**

---

## **MEMBROS:**

**1. PROF(A). DR(A). GIL GUERRA JÚNIOR**

**2. PROF(A). DR(A). ROBERTO REGIS RIBEIRO**

**3. PROF(A). DR(A). ANDERSON MARQUES DE MORAES**

**4. PROF(A).DR(A). ADRIANA APARECIDA SIVIERO-MIACHON**

**5. PROF(A).DR(A). TATHYANE KRAHENBUHL**

---

Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros da banca examinadora encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

**Data: 12 de junho de 2018**

## DEDICATÓRIA

*À Deus por ter me iluminado e me dado as oportunidades para atingir essa conquista.*

*Ao meu filho Gabriel e a minha esposa Adriana pela compreensão em minhas horas de ausência.*

*Aos meus pais, Joel e Maria Zaida, pelos sacrifícios e incentivos ao longo da vida em prol da minha educação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Gil Guerra Júnior, orientador dedicado, agradeço a confiança e o interesse demonstrados durante toda essa jornada. Em todo o período deste curso, foi verdadeiro exemplo de comprometimento e excelência acadêmica, não medindo esforços para auxiliar-me com muita rapidez em todas as dúvidas que surgiram. Suas correções e sugestões foram de grande valia. Seu profissionalismo e comprometimento, desde os primeiros encontros, são dignos de toda minha admiração. Tê-lo como orientador foi uma honra. Se concretizo essa etapa, grande parcela dela é responsabilidade sua. Muito obrigado!

Da mesma forma, agradeço ao meu co-orientador, Prof. Dr. Ezequiel Moreira Gonçalves, um grande exemplo de dedicação, sempre dando sugestões oportunas e auxiliando na análise estatísticas dos dados.

Ao meu irmão, Rafael Almeida de Avila, e a Stefany Carvalho Beraldo, pelo auxílio prestado nas traduções para o idioma inglês. Tenho certeza que ambos serão profissionais de sucesso, devido ao seu amor e dedicação a profissão.

Aos meus familiares e amigos pelo incentivo e apoio durante essa jornada.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente e do Centro de Investigação em Pediatria (CIPED), pela disposição constante, prontos a ajudar no que fosse necessário.

Aos colegas Mauro Páscoa, Mauro Melloni, Wagner Xavier Cirolini, Camila Barbeta, Vinicius Barbeta e Juan Samur pelo auxílio e companhia durante as coletas de dados, sem as suas presenças esse trabalho não teria sido possível.

Agradeço também aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação, Márcia e Walmir, que sempre com solicitude e competência me ampararam em todas as questões pertinentes durante o curso dessa formação.

Por fim, agradeço ao comando da Escola Preparatória de Cadetes do Exército e da Seção de Treinamento Físico Militar, por acreditarem neste projeto e autorizarem a realização dessa pesquisa, bem como à todos os militares e funcionários civis daquela organização militar, que por meio da sua incontestável organização e processos permitiram uma coleta sem interferência ou perda de dados.

## RESUMO

**Introdução:** A Atividade Física (AF) exerce grande influência na Densidade Mineral Óssea (DMO) e no Conteúdo Mineral Ósseo (CMO). No entanto, estudos longitudinais que buscam relacionar a massa óssea com a AF são escassos e possuem um grupo amostral pequeno.

**Objetivo:** Avaliar e comparar o efeito de sete meses de Treinamento Físico Militar (TFM), Esportes de Impacto (EI) e Natação na massa óssea de adultos jovens militares.

**Métodos:** Foi realizado um estudo prospectivo com 213 alunos militares (masculino e com idade de  $19,2 \pm 1,2$  anos) divididos em três grupos: TFM (n=144), EI (n=56) e Natação (n=13). Foram determinadas a composição corporal (percentual de Gordura, Massa Gorda e Massa Isenta de Gordura) e a massa óssea (DMO, Z-Score da DMO, CMO Total, CMO Braço, CMO Perna e CMO Tronco), utilizando-se a absorciometria por dupla emissão de Raio X (DXA), no início do serviço militar e após sete meses de treinamento.

**Resultados:** Foram observados aumentos significativos na DMO, Z-Score da DMO, CMO Total e dos segmentos analisados para todos os grupos ( $p < 0,01$ ). Houve variação significativamente maior na DMO do Grupo EI em relação ao TFM ( $p < 0,01$ ) e no CMO Braço do TFM em relação ao EI ( $p < 0,05$ ).

**Conclusão:** Após sete meses de treinamento ocorreram aumentos significativos no CMO e na DMO de todos os grupos avaliados. A resposta óssea esteve associada

ao grupo muscular utilizado durante a AF e o Grupo EI apresentou maior ganho na DMO.

**Palavras-chave:** Militares, exercício, densidade óssea, densitometria, natação

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Physical Activity (PA) has a great influence on Bone Mineral Density (BMD) and Bone Mineral Content (BMC), however longitudinal studies that seek to relate bone mass to PA are scarce and have a small sample size.

**Objective:** To evaluate and compare the effect of seven months of Military Physical Training (MPT), Impact Exercise (IE) and Swimming in the bone mass of young military adults.

**Methods:** A prospective study was conducted with 213 students of the military school (male and aged  $19.2 \pm 1.2$  years) divided into three groups: MPT (n = 144), IE (n = 56) and Swimming (n = 13). Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) was used to determine body composition (percentage of fat, fat mass and fat free mass) and bone mass (BMD, BMD Z-Score, total BMC, arm BMC, leg BMC, and trunk BMC), at the beginning of the military service and after seven months of training.

**Results:** There were observed a significant increase in BMD, BMD Z-Score and total BMC and BMC of all segments analyzed for all groups ( $p < 0.01$ ). There was a significantly greater variation in BMD of the IE group in relation to the MPT group ( $p < 0.01$ ) and in the arm BMC of the MPT group in relation to the IE group ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** After seven months of training, there were significant increases in BMC and BMD of all groups evaluated. The bone response was associated with the muscular group used in the physical exercise and the IE group presented greater gain in BMD.

**Key words:** Military, Exercise, Bone Density, Densitometry, Swimming.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Fluxograma da análise de artigos da revisão da literatura.....	28
<b>Figura 2:</b> Fluxograma das etapas de avaliação do estudo.....	38
<b>Figura 3:</b> Comparação entre a variação percentual da DMO e do CMO total e por região, entre o momento inicial e final de avaliação entre os grupos.....	48

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Influência da atividade física na DMO de jovens adultos.....29

**Tabela 2:** Variáveis antropométricas, de composição corporal e de massa óssea do total de 213 alunos militares e dividida nos grupos Natação, EI e TFM, no momento inicial da avaliação..... 44

**Tabela 3:** Comparação entre a variação da média e percentual da DMO e do CMO total e por região, entre o momento inicial e final da avaliação por grupo de AF.....46

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AF – Atividade Física

AMAN – Academia Militar das Agulhas Negras

CIPED – Centro de Investigação de Pediatria

CMO – Conteúdo mineral ósseo

DMO – Densidade mineral óssea

DP – Desvio padrão

DXA – Absorciometria por dupla emissão de raio X

EI – Esporte de Impacto

EP – Erro padrão

EPC – Escola Preparatória de Campinas

EsPCEx – Escola Preparatória de Cadetes do Exército

EPF – Escola Preparatória de Fortaleza

EPPA – Escola Preparatória de Porto Alegre

EPSP – Escola Preparatória de São Paulo

H – Homem

FCM – Faculdade de Ciências Médicas

g – Gramas

g/cm<sup>2</sup> – Gramas por centímetro quadrado

IMC – Índice de massa corporal

Kg – Quilogramas

Kg/m<sup>2</sup> – Quilograma por metro quadrado

LabCreD – Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento

M – Mulher

MG – Massa gorda

MIG – Massa isenta de gordura

PMO – Pico de massa óssea

TF – Treinamento Físico

TFM – Treinamento físico militar

TMM – Tecido mole magro

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

% de gordura – Porcentual de gordura

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1. Massa óssea.....	18
1.2. Atividade física e o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea .	19
1.3 Atividade física de impacto .....	21
1.4 Avaliação da massa óssea .....	22
1.4. Escola Preparatória de Cadetes do Exército.....	23
<b>2. REVISÃO SISTÊMICA DA LITERATURA.....</b>	<b>26</b>
2.1. Método.....	26
2.2. Resultados .....	27
2.3 Discussão .....	31
2.4. Limitação .....	33
2.5. Conclusão.....	33
<b>3. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>34</b>
<b>4. OBJETIVO .....</b>	<b>35</b>
4.1. Objetivo geral.....	35
4.2. Objetivos específicos .....	35
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
<b>6. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....</b>	<b>42</b>

<b>7. RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>8. DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>9. CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>10. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>11. APÊNDICE .....</b>	<b>68</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>72</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 MASSA ÓSSEA

O tecido ósseo apresenta um processo de crescimento e desenvolvimento que se inicia nas primeiras semanas de vida embrionária e se estende até a vida adulta (1). A matriz óssea sofre um processo cíclico de produção e reabsorção. Na infância e na adolescência predomina a formação óssea, na vida adulta os processos permanecem em equilíbrio e a partir dos 45-50 anos predomina a reabsorção (2, 3).

A massa óssea é influenciada por fatores genéticos, hormonais, nutricionais e ambientais. Dentre os fatores ambientais, a prática de atividade física (AF) é apontada como um dos principais responsáveis pelo ganho de massa óssea nos diversos períodos da vida (4-6), devido ao fato de que a formação óssea está associada a forças elásticas e compressivas das contrações musculares e ao suporte de peso. Sendo assim, atividades que impõem maiores cargas sobre a estrutura óssea, ocasionariam maiores ganhos na massa óssea (7). Estudos demonstram que exercícios resistidos, atividades que envolvem impacto e esportes preservam a saúde óssea (8, 9).

O Pico de Massa Óssea (PMO), momento em que a massa óssea atinge seu maior valor, ocorre no final da adolescência e no início da vida adulta com o término da maturação esquelética, entre 20 e 25 anos de idade (1). Aproximadamente três quartos da variação no PMO é atribuído a fatores hereditários. O restante é referente aos fatores ambientais (AF, alimentação, estado

hormonal e estilo de vida) (10). A otimização do PMO (11, 12) possibilita que as perdas ósseas decorrentes dos anos subsequentes sejam minimizadas, e assim reduzem problemas como osteopenia e osteoporose (13-15). A Organização Mundial da Saúde estima que os casos de osteoporose tendem a dobrar até 2050 (16). Atualmente mais de 50% das mulheres e 20% dos homens com mais de 50 anos sofrem fraturas relacionadas a osteoporose (17). As doenças ligadas à saúde óssea são dependentes da perda óssea inerente à idade, porém também são influenciadas pelas aquisições ósseas que ocorrem durante a adolescência e a vida adulta (18, 19).

## 1.2 AF E O CONTEÚDO MINERAL ÓSSEO E A DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

A prática da AF é essencial para a aquisição da massa óssea (20). Atividades onde existem maiores cargas sobre a estrutura óssea e maiores níveis de AF podem ocasionar aumento na Densidade Mineral Óssea (DMO) e no Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) (4, 5, 21).

A AF, por meio das contrações musculares provoca benefícios osteogênicos na infância, adolescência e na vida adulta (22). No entanto, para a AF ocasionar efeitos na massa óssea é necessária uma duração e intensidade mínima para que resultados osteogênicos sejam observados (23).

A aquisição de massa óssea é mais efetiva durante a puberdade (9), porém mesmo na fase adulta, aqueles indivíduos que realizam AF possuem uma

maior DMO (24). Por outro lado, indivíduos sedentários tendem a apresentar menor DMO e pessoas imobilizadas apresentam diminuição da massa óssea (25, 26).

Em adultos jovens a AF é responsável por aproximadamente 10% do valor da DMO da coluna. Os ganhos ósseos são potencializados com AF que envolvem impacto. Por outro lado a AF de lazer, não realizada de forma sistematizada, é insuficiente para causar deformações ósseas que acarretem ganhos na DMO (27).

Atletas de diferentes esportes possuem maior DMO que não atletas. A DMO tende a ser maior nos esportes com grande sobrecarga na estrutura óssea (28). Além disso, a DMO em atletas é maior durante o período competitivo do que no período fora de temporada competitiva (29).

Por outro lado, a massa óssea de pessoas sedentárias e de praticantes de natação é bastante similar. No entanto, os atletas de natação apresentam um maior metabolismo ósseo e portanto eles possuem uma estrutura óssea mais forte, conseqüentemente ossos mais resistentes (30).

Grande parte dos estudos que relacionam a AF à massa óssea são transversais (31, 32) e os poucos estudos longitudinais possuem um grupo amostral pequeno (33, 34) ou utilizam questionários para avaliar o nível AF (21).

Em função das peculiaridades da profissão militar, os militares formam um grupo bastante homogêneo, pois realizam atividades diárias similares e AF controlada. No entanto, os estudos envolvendo militares existentes na literatura também são transversais (35), utilizam questionários para avaliar a AF (36, 37), têm

um grupo amostral reduzido (38) ou ainda avaliam apenas as atividades militares em combate (39). Além disso, cabe destacar que não existem estudos envolvendo militares brasileiros e massa óssea.

### 1.3 ATIVIDADE FÍSICA DE IMPACTO

O estímulo para o crescimento ósseo é ocasionado pela deformação das células ósseas (9). Nesse sentido, AF onde os músculos trabalham contra a gravidade ou contra o peso corporal são fundamentais para a saúde óssea (40).

Exercícios de alto impacto como pliometria, ginástica, treinamentos resistidos de alta intensidade são mais eficientes para melhorar a massa óssea (9). Em inglês são usados os termos *weight bearing*, *ground force reaction* e *peak strain* para caracterizar as atividades onde a carga sobre a estrutura óssea é mais elevada (9, 40, 41).

A força de reação do solo varia de acordo com o esporte realizado. Nesse aspecto, atividades com maior grau de reação no solo geram maiores respostas ósseas (9). Esportes que envolvem saltos como vôlei e basquete ocasionam uma força de reação do solo entre 4 e 3 vezes o peso corporal (41-43). Atividades físicas que envolvem mudanças de direção e corridas curtas ocasionam uma força de reação do solo entre 2-4 vezes o peso corporal (41, 44, 45). Por outro lado, atividades como ciclismo e natação a força de reação do solo é menor que 1 vez o peso corporal(41).

#### 1.4 AVALIAÇÃO DA MASSA ÓSSEA

Atualmente diversos métodos avaliam a saúde óssea, entre os mais utilizados estão: absorciometria por dupla emissão de Raio X (DXA - *Dual-Energy X-ray Absorptiometry*), tomografia computadorizada quantitativa (QCT - *Quantitative Computed Tomography*), tomografia computadorizada quantitativa periférica (pQCT - *peripheral Quantitative Computed Tomography*) e a ultrassonografia quantitativa (QUS - *Quantitative Ultrassound*) (46). Esses métodos por diferentes técnicas de imagem avaliam determinada região óssea e calculam o CMO ou a DMO da área investigada (47).

O DXA utiliza raio X de duas energias para produzir imagem de projeção da região de interesse. Apesar de realizar cálculos por estimativas do conteúdo da área óssea, possui grande precisão e reprodutibilidade. Em função disso, é considerado o padrão ouro para esse tipo de estudo (9, 48), sendo o método mais utilizado em estudos envolvendo massa óssea. Além disso, apresenta baixo índice de exposição à radiação ionizante e possibilita medir diferentes tipos de ossos (49).

O DXA também é utilizado para a avaliação da composição corporal em diferentes tipos de população (50, 51). O DXA divide o corpo em três compartimentos: CMO, massa gorda (MG) e tecido mole magro (TMM), que somado ao CMO resulta na Massa Isenta de Gordura ( $MIG = CMO + TMM$ ). Esses dados ainda podem ser analisados de forma total e segmentada (cabeça, braços, tronco e pernas, e lados direito e esquerdo) (52, 53), permitindo uma análise mais minuciosa e detalhadas das variáveis ósseas e da composição corporal.

## 1.5 ESCOLA PREPARATÓRIA DE CADETES DO EXÉRCITO

O Colégio Militar de Porto Alegre foi criado no ano de 1912 pelo presidente da república Marechal Hermes da Fonseca. No ano de 1939 esse estabelecimento de ensino foi transformado na Escola de Preparatória de Porto Alegre (EPPA), início do ensino preparatório do Exército Brasileiro(54, 55)

Em 1940, o governo de São Paulo manifestou interesse em ter em seu território uma Escola Preparatória nos moldes da EPPA. Esse interesse veio ao encontro das dificuldades apresentadas pela EPPA em receber novos alunos e com a possibilidade do Brasil enviar tropas para a 2ª Guerra Mundial(54, 55).

Em 1940 e 1942 foram criadas a Escola Preparatória de São Paulo (EPSP) e a Escola Preparatória de Fortaleza (EPF). Devido às dificuldades de construir um novo prédio em pouco tempo, a EPSP teve sua sede provisória onde atualmente é o hospital Sírio-Libanês. As aulas na EPSP tiveram início no dia 2 de junho de 1941. As instalações cedidas pelo governo de São Paulo foram ocupadas até o ano de 1958. No final desse mesmo ano, a EPSP foi transferida para sua nova sede, na cidade de Campinas – SP, quando passou a ser chamada de Escola Preparatória de Campinas (EPC). No ano de 1961 foram extintas a EPPA e a EPF, passando a condição de colégio militar. No ano de 1967 em função das extinções dessas duas escolas, a EPC passou a se chamar Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx), denominação que permanece até hoje(54, 55).

Atualmente o primeiro ano de formação do Oficial de Carreira da Linha de Ensino Militar Bélico é realizado na EsPCEEx e os demais quatro anos de estudo são

realizados na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN). O ingresso na EsPCEEx é feito por meio de concurso público de âmbito nacional, para brasileiros do sexo masculino de 17 a 22 anos que tenham concluído o 3º ano do ensino médio. A EsPCEEx recebe cerca de quinhentos alunos por ano (56, 57). No entanto, cabe salientar que a partir do ano de 2016 o edital para o concurso de ingresso na EsPCEEx destina aproximadamente 40 vagas para mulheres. Dessa forma, atualmente a EsPCEEx possui alunos de ambos os sexos (58).

Na EsPCEEx, os alunos são submetidos a um regime de internato, onde todas as atividades escolares são controladas e reguladas por normas internas, incluindo horários de aula, refeições, Treinamento Físico (TF) e atividades militares. A frequência do aluno às atividades escolares é obrigatória. Ao final do seu 1º ano de formação, o aluno aprovado é considerado habilitado para ingressar na AMAN (58).

A rotina dos alunos da EsPCEEx tem início normalmente às 6 horas da manhã, com a alvorada. Durante o ano de instrução, o aluno tem aulas referentes ao ensino universitário e instruções teóricas e práticas relativas às matérias militares. Além disso, diariamente realiza um TF periodizado e variado (54).

O TF dos alunos é realizado cinco vezes na semana (segunda a sexta-feira). Durante a sua realização os alunos são divididos em dois grupos: os atletas das diversas modalidades e os não atletas. Os atletas realizam um treinamento orientado por um profissional de educação física na sua respectiva equipe esportiva.

Os não atletas realizam o Treinamento Físico Militar (TFM). A duração de cada sessão de treinamento é de aproximadamente 90 minutos para todos os alunos (59).

## 2. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

### 2.1. MÉTODO

Para o levantamento e reconhecimento dos estudos prévios que se propuseram a estudar a influência da AF na massa óssea de adultos jovens, uma criteriosa revisão da literatura recente foi realizada. O método utilizado como referência para a pesquisa foi o Prisma (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) (60).

Foram feitas buscas em bases de dados eletrônicas (PubMed e Bireme). Apenas foram incluídos estudos realizados entre 2000 e 2018. A busca foi realizada por dois autores e foram incluídos apenas estudos publicados em inglês ou português. Nas buscas foram utilizados os seguintes descritores de língua inglesa e suas respectivas traduções para o português: *absorptiometry, Dual X-Ray, young adult or adolescent, bone density or bone mineral density or bone mineral content, motor activity or physical activity or sport or exercise*.

Os critérios para seleção de artigos foram: estudos envolvendo adultos jovens saudáveis sem históricos de doenças ou uso de medicações que pudessem influenciar no desenvolvimento ósseo, ser artigo original de pesquisa com seres humanos, empregar DXA para verificar a massa óssea e publicado no idioma português e inglês, de 2000 até 2018. Apenas foram incluídos na revisão artigos longitudinais que avaliaram o efeito do treinamento na massa óssea. Os artigos de revisão, as teses e as dissertações não foram incluídos.

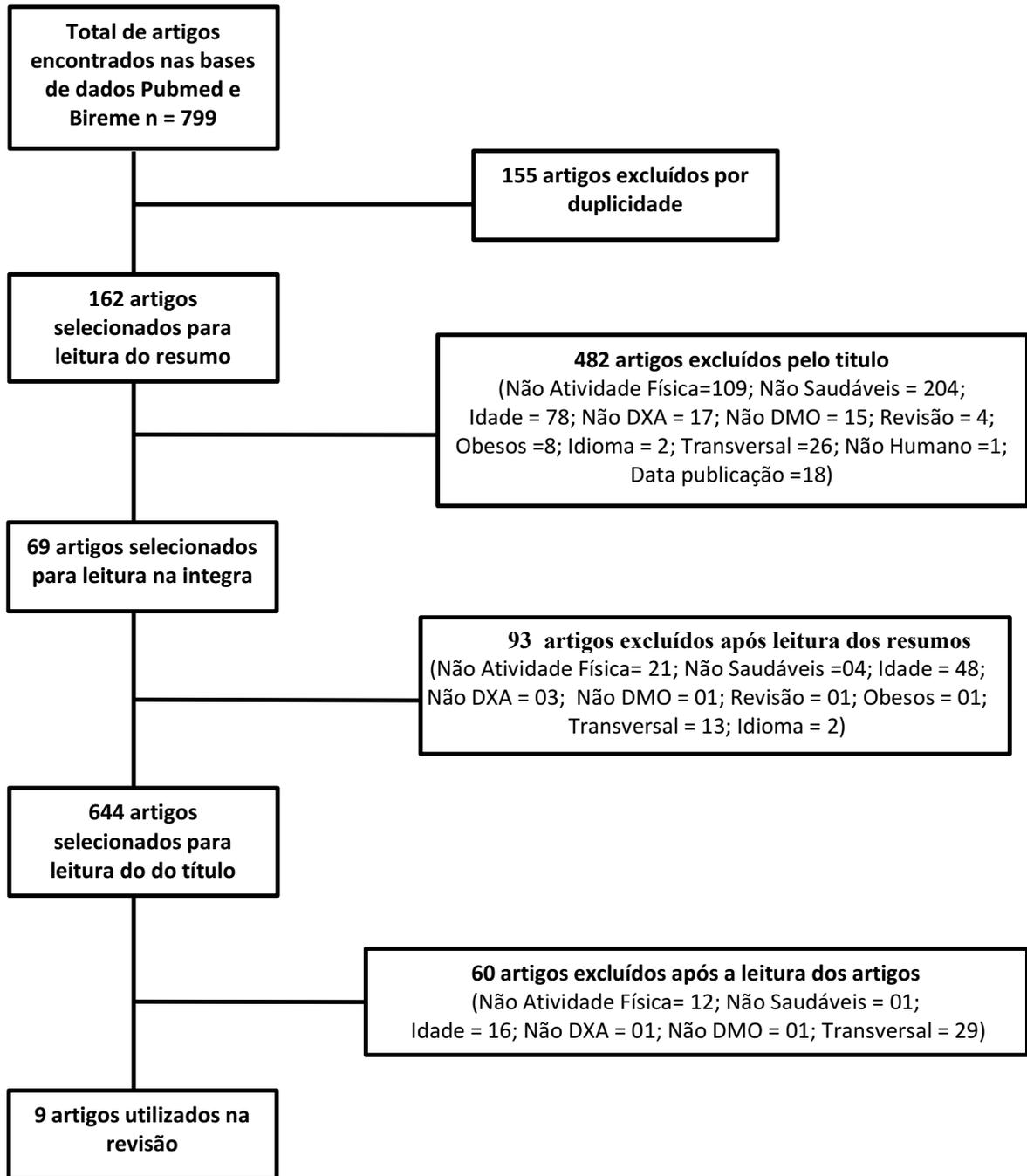
Os critérios de exclusão de artigos foram: indivíduos não saudáveis (n=209), transversais (n=68), não relacionados à AF (n=142), com obesos (n=9), não utilização do DXA (n=21), idade (n=142), não avaliação da DMO (n=22), estudos de revisão (n=17), estudos com animais (n=1), idioma (n=1), revisão (n=5) e data de duplicação (n=18).

A qualidade interna dos estudos selecionados foi avaliada pela escala de Downs & Black. Esta escala visa avaliar estudos que não possuem desenho de ensaio clínico randomizado, incluindo cinco subitens relacionados com: a forma de reportar os resultados (se a informação apresentada no estudo permite ao leitor interpretar os dados e resultados sem enviesamento), a validade externa, os vieses, os fatores de confusão e a potência do estudo. O escore máximo a ser alcançado, através dos 27 itens, é de 31 pontos (61).

## 2.2. RESULTADOS

Inicialmente foram identificadas 799 publicações (PubMed = 520 e Bireme = 279) utilizando os descritores mencionados. Após verificar a duplicidade de artigos, foram excluídos 155 artigos. Após leitura dos títulos, 162 publicações (PubMed = 134 e Bireme = 28) foram selecionadas para leitura dos respectivos resumos. Após a leitura destes resumos, 69 publicações (PubMed = 57 e Bireme = 12) foram selecionadas para serem lidas integralmente. Dos 69 artigos selecionados para a leitura na íntegra apenas nove (PubMed = 8 e Bireme = 1) foram utilizados. Na Figura 1 é apresentado o sistema de análise dos artigos selecionados para a

revisão da literatura e na Tabela 1 são apresentados os dados dos seis estudos selecionados em ordem cronológica de publicação.



**Figura 1:** Fluxograma da análise de artigos da revisão da literatura.

**Tabela 1:** Influência da AF na DMO de jovens adultos.

Estudo	Qualidade Interna	N	Protocolo	Local avaliação	Intensidade	Volume de treino Semanal	Conclusão
Kato et al, 2006(62)	22 Pontos	36 M (20 a 23 anos)	6 meses de saltos máximos	Coluna e fêmur proximal	Alta	30 saltos	Treinamento com saltos aumentou a DMO do fêmur e da coluna após 6 meses
Nickols-Richardson et al, 2007(63)	20 Pontos	70 M (18 a 26 anos)	5 meses de treinamento excêntrico e concêntrico	Total do corpo, fêmur proximal, tíbia distal e antebraço	6 RM	18 - 90 repetições	Exercícios concêntricos e excêntricos aumentaram a DMO total, do fêmur proximal e do antebraço
Ryan et al, 2004 (64)	20 Pontos	13 H e 21 M (20 – 29 anos)	6 meses de exercícios resistivos	Total do corpo, Coluna, Trocanter Maior, Triângulo de Ward's e colo do fêmur	12-15 RM	3 sessões semanais de 3 séries de 11 exercícios	Sem mudanças significativas
Maimoum et al, 2004 (65)	19 Pontos	7 M (18 - 20 anos)	Antes e pós uma temporada de 32 semanas de atletas de Triatlo	Total do corpo, fêmur proximal, região intertrocanter, coluna, rádio, tíbia distal e antebraço	Alta, moderada e baixa	Variou	Não ocorreram aumentos significativos entre o pré e pós temporada
Lester et al, 2009 (66)	21 Pontos	56 M (20,3 ± 1,8 anos)	8 semanas de treinamento aeróbico, resistivo e combinado	Total do corpo, quadril, membros inferiores, pélvis e tíbia	Alta, moderada e baixa	90 a 270 minutos	Treinamento combinado apresentou aumento da DMO da tíbia

Almstedt et al, 2011(34)	20 Pontos	14 H e 15 M (18 a 23 anos)	24 semanas de treinamento resistido	Quadril e coluna	67 a 90% 1 RM	90 minutos	Homens do grupo treinamento resistido aumentaram a DMO da coluna
Liang et al, 2011(67)	23 Pontos	51 M (20 a 35 anos)	12 meses de EI e musculação	Total do corpo, coluna, quadril, pernas, braços, calcanhar e punho	EI (Alta) e Musculação (65-70% e 80% de 1 RM)	EI (180 minutos) Musculação (40 minutos)	EI aumentou a DMO do calcanhar em mulheres após 6 e 12 meses
Ramírez-Campillo et al, 2013 (33)	18 Pontos	7 H e 4 M (23 ± 1 anos)	12 semanas de treinamento resistido na perna não dominante	Total do corpo, tronco, braço e perna	10-30% de 1 RM	240 minutos	Sem mudanças significativas na DMO
Stanforth et al, 2016 (68)	21 Pontos	212 M (18-23 anos)	Pré e após 3 anos de temporada universitária (Futebol, Voleibol, Corrida, Natação e corredores)	Total do Corpo, Braço, Perna, Pelvis e Coluna	Alta, moderada e baixa	Variou	EI causam maiores variações na DMO

Abreviaturas: H= homem; M= mulher; EI= Esporte de impacto; DXA= Absorciometria por dupla emissão de raio X; RM = Repetições Máximas;

DMO= densidade mineral óssea.

### 2.3. DISCUSSÃO

Após análise dos artigos selecionados foi possível concluir que estudos longitudinais que avaliam a influência da atividade física na DMO em jovens adultos são raros. No entanto, alguns aspectos parecem exercer efeito positivo na DMO.

Quanto ao tipo de exercício realizado parece que exercícios resistidos (34), concêntricos e excêntricos (63) bem como EI (62) exercem influência positiva na DMO. Em estudo que avaliou EI e musculação, foi constatado que os EI ocasionaram uma maior DMO. No entanto, a diferença na DMO entre os grupos foi maior após seis meses do que após 12 meses de treinamento. Esse dado nos mostra que as atividades de impacto ocasionam um efeito mais imediato e de maior magnitude na DMO, assim sendo, os exercícios resistidos ocasionam efeitos mais tardios. No entanto, cabe salientar que ambas as atividades ocasionam mudanças benéficas na DMO (67). Além disso, a combinação de exercícios resistidos e aeróbicos tende a produzir melhores resultados. Esse fato foi constatado em estudo que comparou o treinamento aeróbico e o combinado (resistido e aeróbico) (66).

A duração do treinamento parece ser eficaz quando é realizada por um período igual ou superior a cinco meses (34, 62, 63, 67). Os resultados obtidos em estudos com intervenção de oito e 12 semanas (33, 66) mostraram-se pouco significantes. No entanto, após oito semanas foram observadas mudanças significativas em biomarcadores de formação óssea, porém as mesmas mudanças significativas não foram observadas em biomarcadores relacionados a reabsorção

óssea. Esse dado nos sugere que os resultados na DMO tendem a aparecer após um período maior de intervenção (66).

Quanto a intensidade do treinamento, os resultados sugerem que treinamentos intensos (62, 63, 67, 68) e moderados (34) exercem maior efeito na variação da DMO. Treinamentos de baixa intensidade (33), mesmo com grandes volumes, não mostraram mudanças significativas na DMO.

Apesar dos diferentes locais de avaliação da DMO utilizados nos artigos revisados, observa-se que os locais onde as mudanças são mais perceptíveis são fêmur e coluna vertebral (34, 62, 63). Em estudo que avaliou o efeito de exercícios concêntricos e excêntricos na DMO, foi observado que os membros superiores são os mais sensíveis às mudanças quando comparados ao colo do fêmur (63). Assim, é possível constatar que o TF produz efeitos tanto no esqueleto axial quanto no apendicular.

Quanto à frequência de treinamento durante a semana, não foi possível tirar maiores conclusões, uma vez que todos os estudos utilizaram como protocolo de treinamento 3 sessões de treinos na semana. No entanto, essa variável não parece ser fundamental para produzir efeitos na DMO, uma vez que mesmo utilizando a mesma frequência ao treinamento, alguns estudos mostraram aumento da DMO (34, 62, 63, 67) e outros não apresentaram mudanças significativas na DMO (33, 66).

## 2.4. LIMITAÇÃO

Foi possível constatar que os estudos analisados diferem no que diz respeito aos protocolos de treinamento, duração e intensidade dos treinos. Além disso, alguns estudos diferem no que diz respeito ao local de avaliação da DMO, o que pode ter ocasionado um viés na análise dos referidos artigos.

## 2.5. CONCLUSÃO

Pôde-se concluir que o aumento da DMO ocorre tanto no esqueleto axial quanto no apendicular. Os exercícios de impacto, resistidos e a combinação deles ocasionam aumentos da DMO. Não foi possível constatar a relação entre a frequência e o volume semanal de treinos com os efeitos na DMO. Por outro lado, treinamentos mais intensos exercem maior efeito na DMO e os resultados são obtidos quando o treinamento é realizado com uma duração igual ou superior a cinco meses.

### **3. JUSTIFICATIVA**

Os alunos que ingressam na EsPCEEx possuem a faixa de 17 a 22 anos. Esses alunos são provenientes das diversas regiões do país e possuem diferentes níveis socioeconômicos. A maioria dos alunos não possui uma prática sistemática e regular de exercícios físicos anterior ao seu ingresso na EsPCEEx. Esses alunos, após o início do ano letivo, sofrem uma alteração no seu nível de AF e em sua rotina diária. O aumento da AF conseqüentemente aumenta o estresse que existe sobre a estrutura óssea. No entanto, estudos longitudinais que avaliam a influência da AF na DMO e no CMO são escassos.

Mediante essas constatações, verificar o efeito de sete meses de TF e rotina militar na massa óssea de jovens, é extremamente interessante. Esse estudo permitirá verificar qual o tipo de TF ocasiona melhores respostas ósseas auxiliando a preencher uma lacuna nesta área do conhecimento humano.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. OBJETIVO GERAL

Verificar o efeito de sete meses de TFM, EI e natação na massa óssea em adultos jovens militares alunos da EsPCEEx dos anos de 2013 e 2014.

### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.2.1. Comparar a DMO e o CMO avaliado por DXA dos braços, pernas, tronco e total no início do ano letivo e após sete meses de rotina militar e TF em de cada grupo de treinamento.

4.2.2. Comparar a DMO e CMO avaliado por DXA dos braços, pernas, tronco e total, entre os grupos TFM, EI e Natação, no início do ano letivo e após sete meses de rotina militar e TF.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foi utilizada uma amostra de conveniência com os alunos que ingressaram na EsPCEEx nos anos de 2013 e 2014. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (parecer nº 511.461) (Anexo 1) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), e pelo comando da EsPCEEx (Apêndice 1). Todos os voluntários participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2). Foram incluídos no estudo todos os alunos voluntários, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e que tiveram uma frequência ao TF maior que 70%. Foram excluídos os alunos que pertenciam às equipes esportivas que não foram objetivo de estudo do presente trabalho e aqueles que não realizaram as duas coletas de dados.

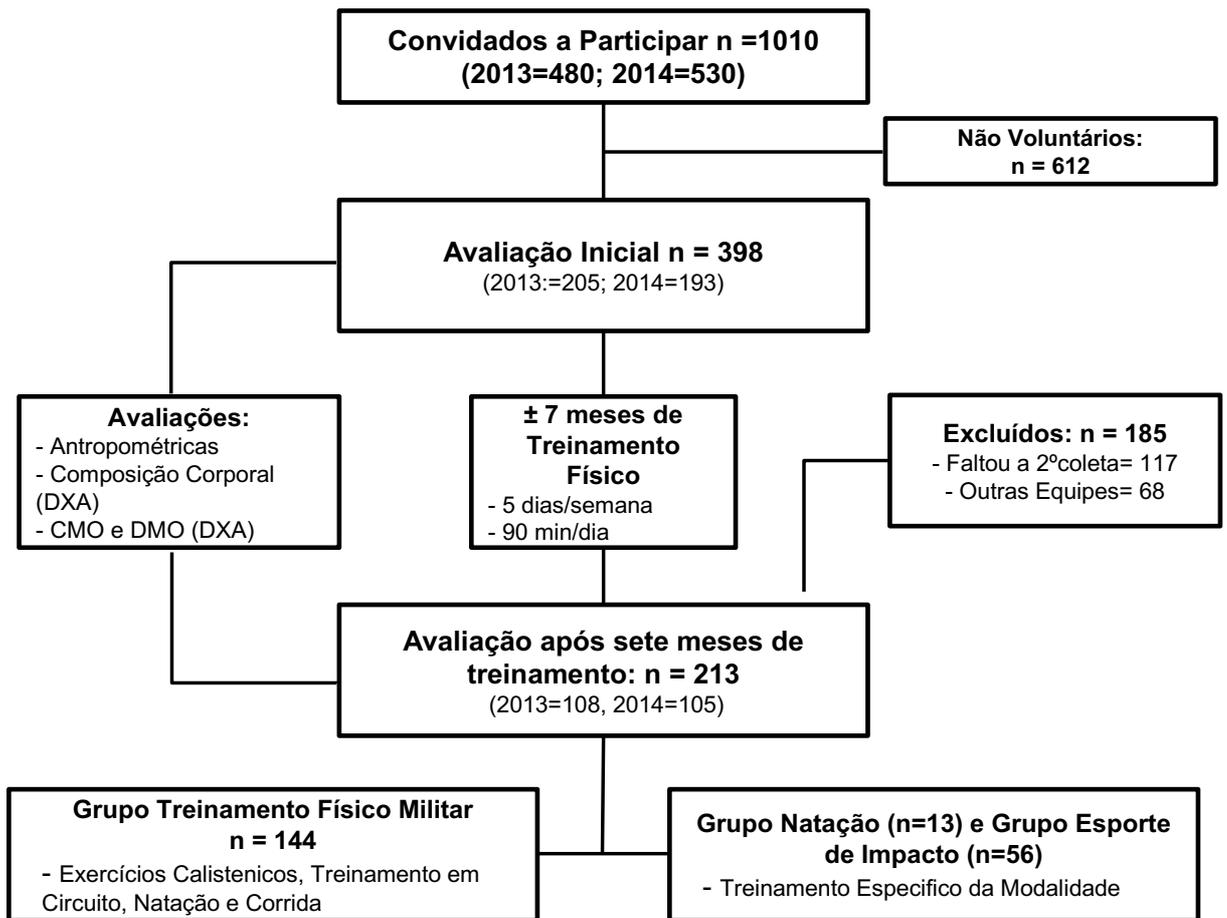
Dessa forma, foram incluídos 205 e 193 alunos, respectivamente dos anos de 2013 e 2014. Foram excluídos 68 alunos por pertencerem a equipes esportivas que não foram objetivo de estudo do presente trabalho.

Não foram objetivo do presente estudos os alunos que realizaram treinos de esportes individuais, exceto natação que foi incluída devido as características de baixo impacto sobre a estrutura óssea da modalidade. Dessa maneira, foram excluídos os atletas das modalidades de esgrima, xadrez, tiro, atletismo, triatlo militar e orientação.

Além disso, foram excluídos 117 alunos que não realizaram a segunda coleta de dados. Com isso, a amostra final foi composta por 213 alunos. A Figura 2 representa o fluxograma das etapas de avaliação do estudo.

Os alunos foram divididos em três grupos em virtude da sobrecarga na estrutura óssea causada pelo TF: Grupo TFM, Grupo Natação e Grupo EI (futebol de campo, voleibol e basquetebol).

De acordo com o critério utilizado, o Grupo Natação realizou um treinamento de pequena força de reação do solo (*Peak Score* 0). O Grupo EI (basquete, futebol e voleibol) realizou uma atividade de grande força de reação do solo (*Peak Score* 3 e 4). Já o grupo TFM, em virtude do treinamento diversificado (corrida, treinamento neuromuscular e natação), pode ser considerado uma atividade com moderada força de reação do solo (*Peak Score* 2) (41) (Anexo 2).



**Figura 2:** Fluxograma das etapas de avaliação do estudo.

### Treinamento Físico

O TF dentro dos grupos foi o mesmo nos biênios 2013 e 2014, sendo o tempo de treinamento entre as duas avaliações de aproximadamente sete meses. O TF foi realizado com frequência de cinco sessões semanais (segunda a sexta-feira) e com duração de 90 minutos (cada sessão de treinos).

Os Grupos EI e Natação tiveram as sessões de treinamento orientadas e planejadas por um profissional da modalidade. No referido treinamento, buscou-se

preparar as equipes na parte física, técnica e tática para competições das modalidades. O macrociclo foi dividido em 3 etapas: preparatória geral, preparatória específica e competitiva. O volume, intensidade e métodos de treinamentos variou de acordo com a etapa de treinamento. Em função das competições planejadas foram previstos dois picos de desempenho. A curva volume e intensidade adotou uma periodização dupla, dessa forma na etapa preparatória geral o volume cresceu de forma mais acentuada e a intensidade de forma mais discreta. Já nas etapas preparatória específica e competitiva ocorreu um crescimento mais acentuado da intensidade e uma redução do volume.

Os atletas do Grupo EI, de acordo com as características de cada modalidade, utilizaram como métodos de treinamento, na etapa preparatória geral: treinamento em circuito, treinamento técnico e musculação (adaptação neural e resistência muscular). Na etapa preparatória específica foram utilizados: treinamento em circuito, treinamento técnico-tático e musculação (força muscular). Na etapa competitiva foram utilizados: treinamento em circuito, treinamento técnico-tático e musculação (potência muscular). De forma geral, semanalmente o treinamento foi distribuído em duas sessões de TF, duas sessões de treinamento técnico e uma sessão de treino técnico-tático.

Os atletas do grupo Natação utilizaram como métodos de treinamento: natação contínua, treinamento intervalado de natação, educativos e musculação. Tendo em vista as peculiaridades da modalidade de natação e dos diferentes estilos de nado existentes, foram utilizados os diversos métodos de treinamento durante todo o macrociclo. No entanto, na etapa preparatória geral foi dada maior ênfase

para as resistências muscular e cardiorrespiratória. Já nas etapas preparatória específica e competitiva priorizou-se a força e a potência muscular (velocidade).

O Grupo TFM seguiu um TF orientado e periodizado, distribuído semanalmente em duas sessões de treinamento cardiorrespiratório, duas de neuromuscular e uma de natação. Os exercícios utilizados para o Grupo TFM seguiram recomendações do Manual de Treinamento Físico Militar C 20-20 (69). Como forma de treinamento cardiorrespiratório foi utilizada a corrida contínua e intervalada. A corrida contínua foi realizada durante todo o período de treinamento e sua distância variou de 4000m a 7000m. A corrida intervalada somente foi realizada após a 14<sup>a</sup> semana de treinamento e foi executada nas distâncias de 400m e 1000m.

O trabalho neuromuscular do Grupo TFM procurou proporcionar uma carga de exercícios gradual visando a adaptação, melhora da coordenação e recrutamento de unidades motoras para posterior incremento de carga. Sendo assim, foram realizadas sessões de treinamento em circuito e de ginástica básica (exercícios calistênicos). O treinamento de natação do Grupo TFM visou ambientar o aluno ao meio aquático, proporcionando condições de executar corretamente a técnica do nado *crawl*.

Em relação à alimentação, todos os alunos realizaram três refeições diárias obrigatórias (café da manhã, almoço e jantar), de segunda a sexta, durante praticamente todo o período do estudo. Tal controle foi possível, pois os alunos permaneceram em regime de internato durante a semana, sendo liberados somente nos finais de semana. O cardápio das refeições foi planejado por uma nutricionista e

variou conforme o dia da semana, sendo o mesmo para todos os alunos.

### **Antropometria**

Os alunos foram avaliados quanto a idade, peso, estatura e Índice de Massa Corporal (IMC). O peso foi obtido através de balança eletrônica da marca Filizola<sup>®</sup> com precisão de 100g e carga máxima de 150 kg. A altura foi verificada utilizando-se um estadiômetro com precisão de 1 mm, marca Holtain Limited. O IMC foi calculado considerando a fórmula  $\text{peso (Kg)}/\text{altura(m)}^2$ .

### **Avaliação da massa óssea e composição corporal**

Os parâmetros ósseos foram determinados pela DXA utilizando um aparelho da marca GE, modelo iDXA (*GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EUA*), com *software* enCore<sup>™</sup> 2011, versão 13.6. Para a avaliação do tecido ósseo foram determinadas as medidas do CMO (g), da DMO ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) e o Z-score da DMO. O CMO foi avaliado do corpo total e de forma segmentada (Perna, Braço e Tronco). A calibragem do aparelho foi realizada diariamente, conforme as normas do fabricante, e todos os exames foram analisados pelo mesmo avaliador. Além disso, foram analisados os dados de MG (Kg) e a MIG (Kg). O percentual de Gordura (% de Gordura) foi calculado dividindo-se a MG pelo Peso ( $\% \text{ de Gordura} = \text{MG}/\text{Peso}$ ).

## 6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram armazenados e processados utilizando o software SPSS versão 20.0. Inicialmente foi realizada a análise descritiva dos dados, por meio dos valores de média e desvio-padrão. Foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov (grupo TFM e EI) e de Shapiro-Wilk (grupo Natação) para verificar a normalidade dos dados de peso, IMC, DMO, Z-score DMO, MIG, MG, % de gordura e CMO no momento inicial e final da avaliação.

O teste t de Student para amostras pareadas e o teste de Wilcoxon foram utilizados para a comparação dos parâmetros ósseos entre a avaliação inicial e após sete meses, para as amostras com e sem distribuição normal, respectivamente.

Para comparar a diferença da DMO e CMO entre os diferentes grupos foi utilizado o teste de ANOVA com o teste de Tukey para as variáveis com distribuição normal e o teste de Kruskal-Wallis para as variáveis sem distribuição normal. O nível de significância adotado foi de 5%.

## 7. RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentadas as variáveis antropométricas, de composição corporal e de massa óssea da amostra, total e dividida nos grupos Natação, EI e TFM, no momento inicial da avaliação. Os resultados mostram a homogeneidade entres os diferentes grupos no momento inicial do estudo nas variáveis antropométricas, de composição corporal e de componentes ósseos. Somente o CMO da Perna dos Grupo TFM e EI foram significativamente diferentes (EI > TFM).

**Tabela 2:** Variáveis antropométricas, de composição corporal e de massa óssea do total de 213 alunos militares e dividida nos grupos Natação, EI e TFM, no momento inicial da avaliação.

	Total (213)	Natação (13)	EI (56)	TFM (144)
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)
Idade (anos)	19,2 (1,2)	19,5 (1,5)	19,2 (1,3)	19,1 (1,1)
Massa (Kg)	70,7 (8,3)	71,1 (7,3)	71,1 (8,3)	70,6 (8,5)
Estatura (m)	1,8 (0,1)	1,8 (0,1)	1,8 (0,1)	1,8 (0,1)
IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )	22,9 (2,2)	22,9 (1,6)	22,9 (1,9)	22,9 (2,3)
% de Gordura	17,6 (3,7)	16,1 (2,0)	16,3 (3,3)	18,2 (3,9)
MG (Kg)	12,6 (3,7)	11,4 (1,8)	11,7 (3,1)	13,0 (3,9)
MIG (Kg)	55,5 (5,9)	57,1 (6,1)	56,8 (6,4)	54,9 (5,5)
CMO Braço (g)	400,5 (55,4)	412,9 (66,5)	406,9 (66,4)	396,9 (49,5)
CMO Perna (g)	1198,9 (168,5)	1176,3 (155,6)	1255,7 (187,4)*	1178,8 (157,5)*
CMO Tronco (g)	912,8 (131,7)	927,9 (129,8)	942,0 (151,1)	900,0 (122,5)
CMO Total (g)	3050,2 (360,1)	3098,0 (385,2)	3125,6 (427,0)	3016,5 (325,8)
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,246 (0,085)	1,247 (0,065)	1,265 (0,096)	1,239 (0,081)
Z-Score DMO	0,349 (0,744)	0,406 (0,544)	0,518 (0,797)	0,278 (0,731)

EI: Esporte de Impacto; TFM: Treinamento Físico Militar; DP: desvio-padrão; IMC: Índice de Massa Corporal, MIG: Massa Isenta de Gordura, MG: Massa Gorda; CMO: Conteúdo Mineral Ósseo; DMO: Densidade Mineral Óssea; \* p < 0,05 (Kruskal-Wallis) EI vs TFM.

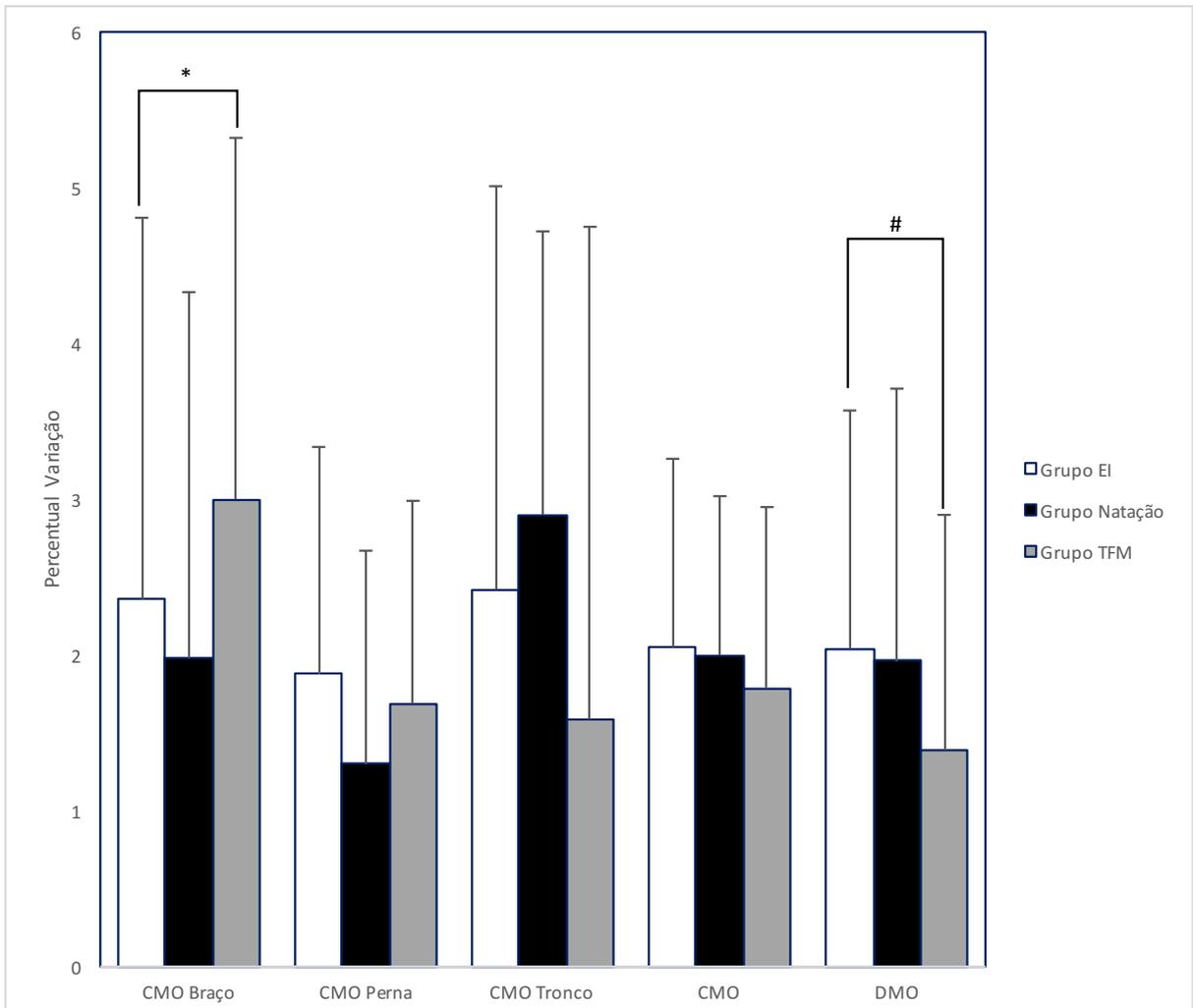
Na Tabela 3 são apresentados os resultados da comparação entre a variação média da DMO, do Z-Score da DMO e do CMO total e por região, entre o momento inicial e final de avaliação por grupo, entre os grupos, e a variação percentual no CMO e na DMO por grupo. Foi possível observar aumento na DMO, do Z-Score da DMO e no CMO de todas as regiões avaliadas. Os maiores aumentos percentuais foram observados no CMO Braço (TFM e EI) e no CMO Tronco (Natação e EI). Além disso, foi possível observar diferenças significativas entre a variação da DMO dos grupos EI e TFM. Essa análise mostrou que o Grupo EI apresentou maior aumento na DMO. Para os dados de CMO Braço e Perna foram observadas diferenças significativas para a variável de CMO Braço entre os grupos EI e TFM. Essa análise mostrou que o grupo TFM apresentou um maior aumento no CMO Braço.

**Tabela 3:** Comparação entre a variação da média e percentual da DMO e do CMO total e por região, entre o momento inicial e final da avaliação por grupo de TF.

Grupo	Parâmetros	Inicial (DP)	Final (DP)	Variação (DP)	Variação Percentual
TFM (n=144)	CMO Braço (g)	396,9 (49,5)	408,6 (50,3)	11,7 (9,2)*	(2,9) <sup>#</sup>
	CMO Perna (g)	1178,8 (157,5)	1198,4 (156,6)	19,5 (15,2)**	(1,7)
	CMO Tronco (g)	900,0 (122,5)	913,2 (118,5)	13,1 (28,2)**	(1,5)
	CMO Total (g)	3016,5 (325,8)	3069,6 (323,8)	53,1 (34,6)*	(1,8)
	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,239 (0,081)	1,256 (0,078)	0,017 (0,019)**	(1,4) <sup>##</sup>
	Z-score DMO	0,278 (0,731)	0,464 (0,745)	0,187 (0,36)**	-
EI (n=56)	CMO Braço (g)	406,9 (66,4)	416,2 (67,4)	9,3 (10,2)**	(2,3) <sup>#</sup>
	CMO Perna (g)	1255,7 (187,4)	1279,1 (190,7)	23,5 (19,5)*	(1,9)
	CMO Tronco (g)	942,0 (151,1)	964,7 (156,5)	22,7 (23,3)*	(2,4)
	CMO Total (g)	3125,6 (427,0)	3189,8 (438,5)	64,2 (40,3)*	(2,1)
	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,265 (0,096)	1,291 (0,1)	0,026 (0,019)*	(2,1) <sup>##</sup>
	Z-score DMO	0,518 (0,797)	0,675 (0,766)	0,157 (0,233)*	-
Natação (n=13)	CMO Braço (g)	412,9 (66,5)	420,3 (62,0)	7,4 (10,6)*	(1,8)
	CMO Perna (g)	1176,3 (155,6)	1190,5 (149,2)	14,1 (12,6)*	(1,2)
	CMO Tronco (g)	927,9 (129,8)	954,9 (131,4)	27,0 (16,3)*	(2,9)
	CMO Total (g)	3098,0 (385,2)	3158,8 (381,1)	60,8 (30,1)*	(2,0)
	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,247 (0,065)	1,271 (0,066)	0,024 (0,021)*	(1,9)
	Z-score DMO	0,406 (0,544)	0,592 (0,639)	0,185 (0,276)*	-

TFM: Treinamento Físico Militar; EI: Esporte de Impacto; CMO: Conteúdo Mineral Ósseo; DMO: Densidade Mineral Óssea; DP: desvio-padrão; \* = p < 0,001 (t Student); \*\* = p < 0,001 (Wilcoxon); # = p < 0,05 (Kruskal-Wallis) CMO Braço TFM vs EI; ## = p < 0,01 (Anova) DMO TFM vs EI.

Na Figura 3 é apresentada a comparação entre a variação percentual da DMO e do CMO total e por região, entre o momento inicial e final de avaliação entre os grupos. Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos TFM e EI no CMO Braço (TFM > EI) e na DMO (EI > TFM). Apesar de não serem estatisticamente significativas, observou-se diferença entre os valores do CMO Perna dos Grupos TFM e EI em comparação ao Grupo Natação (TFM e EI > Natação) e uma maior variação percentual do CMO Tronco do Grupo Natação em relação aos demais grupos.



EI = Esporte de Impacto; TFM = Treinamento Físico Militar; CMO= Conteúdo Mineral Ósseo; DMO = Densidade Mineral Óssea; \* =  $p < 0,05$  (Kruskal-Wallis); # =  $p < 0,05$  (Teste Anova)

**Figura 3:** Comparação entre a variação percentual da DMO e do CMO total e por região, entre o momento inicial e final de avaliação entre os grupos.

## 8. DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou, de maneira longitudinal, o efeito de sete meses de TF no CMO e na DMO de adultos jovens militares. Concomitantemente, comparou as mudanças ósseas observadas nos Grupos TFM, EI e Natação.

Inicialmente foi observado que os diferentes grupos estudados apresentavam características homogêneas para as variáveis antropométricas, de composição corporal e massa óssea. Assim, é possível supor que as mudanças que foram observadas nas variáveis estudadas foram ocasionadas pelo treinamento a que o grupo amostral foi submetido.

Foi possível constatar que ocorreram aumentos significativos na DMO, no Z-Score da DMO e no CMO total e dos segmentos analisados para todos os grupos. Além disso, ocorreu aumento significativamente maior na DMO do Grupo EI quando comparado ao Grupo TFM e no CMO Braço do Grupo TFM quando comparado ao Grupo EI.

Estudos realizados com adolescentes mostram que a AF proporciona maior DMO total e das diferentes partes do corpo (70). O período de sete meses treinamento utilizado no presente estudo foi suficiente para provocar mudanças significativas na DMO, e no CMO em todos os grupos analisados. Além disso, o Z-Score dos diferentes grupos aumentou durante o período de avaliação. Esse resultado está de acordo com dados existentes na literatura que indicam que a duração do treinamento deve ser igual ou superior a cinco meses (34, 62, 63, 67) para que resultados sejam verificados na DMO.

Alguns estudos apontam que após oito semanas de treinamento já são observadas mudanças significativas em biomarcadores de formação óssea. No entanto, mudanças em biomarcadores relacionados à reabsorção óssea tendem a aparecer após um período maior de intervenção (66). Dessa forma estudos com intervenção de oito e 12 semanas (33, 66) mostram resultados pouco significativos.

No que diz respeito ao volume de atividade semanal, estudos apontam que a AF gera diferenças significativas na DMO quando é realizada com um volume semanal maior do que quatro horas, não existindo diferenças entre os sedentários e os que realizam apenas quatro horas de AF semanal (21). Os dados encontrados no presente estudo corroboram com essa afirmação, tendo em vista que os alunos realizaram aproximadamente sete horas e 30 minutos de AF na semana e obtiveram ganhos significativos na DMO.

Trabalhos apontam que exercícios resistidos (34), concêntricos e excêntricos (63), bem como EI (62), exercem influência positiva na DMO (67). Em adolescentes, a resposta óssea parece ser maior em esportes e atividades que envolvem impacto. Indivíduos que realizaram EI conseguem maiores respostas ósseas quando comparados a indivíduos com mesmo tempo de treinamento que praticam AF regular (71-73).

Nesse sentido, atletas de futebol apresentam maiores valores de DMO que os dados de referência para adultos da Organização Mundial da Saúde (74). Praticantes de basquete e futebol também apresentam maiores valores de DMO e CMO de membros inferiores e total (75-77). Além disso, um programa de treinos de

baixo volume e de grande intensidade, utilizando saltos, produziu efeitos tanto no esqueleto axial como no apendicular (62).

Os resultados do presente estudo vão ao encontro dos dados da literatura pois foi possível constatar que Grupo EI apresentou maior variação na DMO total quando comparado ao Grupo TFM. Uma das explicações é que a massa óssea está relacionada ao estresse muscular sofrido, onde uma maior compressão das estruturas ósseas ajudaria na formação óssea (78). Nesse sentido, esportes que ocasionam maior estresse muscular (EI) causam maior ganho de massa óssea do que esportes que causam esforço muscular submáximo como corrida de longa distância e natação (79).

No entanto, a comparação da DMO e CMO entre atletas de endurance e atletas que realizam treinamento resistido deve ser realizada com cautela, pois os atletas de endurance tendem a possuir baixo peso. Dessa forma, o menor CMO pode estar relacionado ao baixo peso e ao desequilíbrio hormonal e não ao estresse muscular envolvido no exercício. Nesse sentido, estudos apontam que somente a AF de endurance não ocasiona diminuição na DMO, e sim que o déficit energético causado por ela promove perdas ósseas onde questões hormonais também estariam envolvidas (78).

Por outro lado, em indivíduos saudáveis e sem déficit de peso, a AF induz diretamente, através do impacto, o ganho de massa óssea (12). Nesse sentido, as respostas ósseas causadas pela AF parecem estar relacionadas ao local específico onde o estímulo é aplicado. Praticantes de atividades que envolvem impacto nos

membros inferiores apresentam maiores valores de DMO na região do colo do fêmur, trocânter maior e triângulo de Wards (71), assim como tenistas têm maior DMO no braço dominante (80). Atividades de impacto como futebol tendem a gerar maior ganho na DMO de partes ósseas que sofrem o efeito direto do impacto como: fêmur, quadril e coluna, e não aumentam a massa óssea do antebraço (81).

No presente estudo, foi possível verificar que o Grupo Natação, ao ser comparado com os grupos TFM e EI, apresentou menor variação percentual no CMO Perna e maior no Tronco (apesar destes valores não serem significativos). Além disso, o Grupo TFM apresentou variação significativamente maior do que o Grupo EI para o CMO Braço. Esse fato corrobora com a afirmação que o exercício gera efeitos localizados no CMO, uma vez que o grupo TFM realizou exercícios que buscaram desenvolver todos os grupos musculares e o Grupo EI realizou um treinamento mais focado nos membros inferiores.

É possível afirmar também que o treinamento diversificado, que busca desenvolver várias capacidades físicas, influencia positivamente no ganho da massa óssea. Dessa forma, os resultados observados no grupo TFM vão ao encontro de trabalhos que afirmam que a combinação de treinamentos aeróbicos e resistidos tende a produzir resultados positivos na DMO (66). O grupo TFM realizou um TF diversificado utilizando exercícios de efeito localizado (treinamento em circuito e exercícios calistênicos), natação e corrida. Após o período de treinamento ocorreram mudanças significativas na DMO, no Z-Score da DMO, no CMO, no CMO Perna, no CMO Tronco e no CMO Braço do referido grupo.

A literatura apresenta resultados conflitantes sobre a influência da AF na massa óssea de atletas de esportes aquáticos. Em estudo realizado com não atletas e atletas (polo aquático, ginástica e corrida) nenhuma diferença significativa foi observada na DMO dos membros inferiores quando atletas de polo aquático e não atletas foram comparados. No entanto, os atletas de corrida e ginástica apresentaram diferença significativa na DMO dos membros inferiores quando foram comparados aos não atletas e aos atletas de polo aquático (82). Em outro estudo, foi possível observar que o grupo composto por atletas de futebol apresentou incremento significativo na estrutura óssea, fato esse que não foi observado nos atletas de natação (83).

O Grupo Natação apresentou aumentos no CMO, na DMO e no Z-Score da DMO após o período de treinamento, sendo que a maior variação foi observada no CMO do Tronco. No entanto, não foram observadas diferenças entre o CMO e DMO entre os grupos natação e EI, bem como entre os grupos TFM e Natação em nenhum dos quesitos. Podem ter influenciado esses resultados, o número reduzido de alunos do Grupo Natação, a mudança na rotina diária a que foram submetidos todos os alunos após o ingresso na EsPCEX, as provas físicas que ocorrem no decorrer do ano e o grande aumento observado na CMO do Tronco do Grupo Natação. No presente artigo, a natação influenciou positivamente a DMO e o CMO.

Resultados similares foram encontrados, em estudo que comparou atletas de futebol, natação e levantamento de peso onde não foram encontradas diferenças na DMO entre os grupos atletas de levantamento de peso e de natação (74).

Os pontos fortes do presente estudo são que inicialmente a população amostral era homogênea quanto às características antropométricas, de composição corporal e de massa óssea. Além disso, os avaliados estavam submetidos a um regime de internato, com a mesma alimentação, horários de descanso, de atividades escolares e físicas. Cabe destacar também, que a população foi composta por estudantes militares, recém aprovados em um concurso público, e tal processo de seleção foi composto por exame intelectual, seguido por exame de saúde e teste de aptidão física. Isso reduz a variabilidade dos dados visto, que há uma exigência mínima de aptidão física para o ingresso na EsPCEEx. Por outro lado, como limitação do presente estudo, está o reduzido número de alunos no Grupo Natação, a mudança no nível de AF ocasionada pelo ingresso na EsPCEEx, as avaliações de desempenho físico que os alunos tiveram que realizar durante o período do estudo e as AF que realizaram nos finais de semana.

## 9. CONCLUSÃO

Após os sete meses de treinamento ocorreram aumentos significativos na DMO, no Z-Score da DMO e no CMO dos braços, pernas, tronco e total de todos os grupos avaliados. O volume semanal de aproximadamente sete horas foi suficiente para produzir ganhos ósseos em todos os avaliados. Por outro lado, El geraram maiores variações DMO. É possível afirmar também que o treinamento diversificado influenciou positivamente o ganho da massa óssea. Além disso, a resposta óssea parece estar associada ao local onde o exercício físico foi realizado e que a natação não prejudicou o ganho da DMO e do CMO.

## 10. REFERÊNCIAS

1. Pessoa JHL, Lewin S, Longui CA, Mendonça BB, Bianco AC. Densidade mineral óssea: correlação com peso corporal, estatura, idade óssea e fator de crescimento símile à insulina. *J Pediatr.* 1997;73(4):259-64.
2. Glastre C, Braillon P, David L, Cochat P, Meunier PJ, Delmas PD. Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy x-ray absorptiometry in normal children: correlations with growth parameters. *J Clin Endocrinol Metab.* 1990;70(5):1330-3.
3. Mazess RB, Cameron JR. Growth of bone in school children: comparison of radiographic morphometry and photon absorptiometry. *Growth.* 1972;36(1):77-92.
4. Havill LM, Mahaney MC, L Binkley T, Specker BL. Effects of genes, sex, age, and activity on BMC, bone size, and areal and volumetric BMD. *J Bone Miner Res.* 2007;22(5):737-46.
5. Davies JH, Evans BA, Gregory JW. Bone mass acquisition in healthy children. *Arch Dis Child.* 2005;90(4):373-8.
6. Mesquita WGD, Fonseca RMC, França NMd. Influência do voleibol na densidade mineral ossea de adolescentes do sexo feminino. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;14(6):500-3 1517-8692.
7. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Crescimento, maturação e atividade física: Phorte São Paulo; 2009.

8. Winters-Stone KM, Snow CM. Musculoskeletal response to exercise is greatest in women with low initial values. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(10):1691-6.
9. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR, Medicine ACoS. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(11):1985-96.
10. Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003;32(1):39-63.
11. Baxter-Jones AD, Faulkner RA, Forwood MR, Mirwald RL, Bailey DA. Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: an estimation of peak bone mass. *J Bone Miner Res.* 2011;26(8):1729-39.
12. Pettersson U, Nilsson M, Sundh V, Mellström D, Lorentzon M. Physical activity is the strongest predictor of calcaneal peak bone mass in young Swedish men. *Osteoporos Int.* 2010;21(3):447-55.
13. Weaver CM. Adolescence: the period of dramatic bone growth. *Endocrine.* 2002;17(1):43-8.
14. Nordström A, Karlsson C, Nyquist F, Olsson T, Nordström P, Karlsson M. Bone loss and fracture risk after reduced physical activity. *J Bone Miner Res.* 2005;20(2):202-7.
15. Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, et al. Peak bone mass. *Osteoporos Int.* 2000;11(12):985-1009.

16. Prevention and management of osteoporosis. World Health Organ Tech Rep Ser. 2003;921:1-164, back cover.
17. Sambrook P, Cooper C. Osteoporosis. Lancet. 2006;367(9527):2010-8.
18. Hui SL, Slemenda CW, Johnston CC. The contribution of bone loss to postmenopausal osteoporosis. Osteoporos Int. 1990;1(1):30-4.
19. Seeman E, Hopper JL, Bach LA, Cooper ME, Parkinson E, McKay J, et al. Reduced bone mass in daughters of women with osteoporosis. N Engl J Med. 1989;320(9):554-8.
20. Frost HM. Bone's mechanostat: a 2003 update. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol. 2003;275(2):1081-101.
21. Lorentzon M, Mellström D, Ohlsson C. Association of amount of physical activity with cortical bone size and trabecular volumetric BMD in young adult men: the GOOD study. J Bone Miner Res. 2005;20(11):1936-43.
22. Daly RM. The effect of exercise on bone mass and structural geometry during growth. Med Sport Sci. 2007;51:33-49.
23. Duncan CS, Blimkie CJ, Cowell CT, Burke ST, Briody JN, Howman-Giles R. Bone mineral density in adolescent female athletes: relationship to exercise type and muscle strength. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(2):286-94.
24. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. Med Sci Sports Exerc. 2001;33(4):507-11.

25. Ceroni D, Martin X, Delhumeau C, Rizzoli R, Kaelin A, Farpour-Lambert N. Effects of cast-mediated immobilization on bone mineral mass at various sites in adolescents with lower-extremity fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(3):208-16.
26. Valdimarsson O, Alborg HG, D ppe H, Nyquist F, Karlsson M. Reduced training is associated with increased loss of BMD. *J Bone Miner Res.* 2005;20(6):906-12.
27. Neville CE, Murray LJ, Boreham CA, Gallagher AM, Twisk J, Robson PJ, et al. Relationship between physical activity and bone mineral status in young adults: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Bone.* 2002;30(5):792-8.
28. Vuori IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6 Suppl):S551-86; discussion 609-10.
29. Snow CM, Williams DP, LaRiviere J, Fuchs RK, Robinson TL. Bone gains and losses follow seasonal training and detraining in gymnasts. *Calcif Tissue Int.* 2001;69(1):7-12.
30. G mez-Bruton A, G nzalez-Ag ero A, G mez-Cabello A, Casaj s JA, Vicente-Rodr guez G. Is bone tissue really affected by swimming? A systematic review. *PLoS One.* 2013;8(8):e70119.
31. El Hage R, Zakhem E, Zunquin G, Theunynck D, Moussa E, Maalouf G. Performances in vertical jump and horizontal jump tests are positive determinants of hip bone mineral density in a group of young adult men. *J Clin Densitom.* 2015;18(1):136-7.

32. Champion F, Nevill AM, Karlsson MK, Lounana J, Shabani M, Fardellone P, et al. Bone status in professional cyclists. *Int J Sports Med.* 2010;31(7):511-5.
33. Ramírez-Campillo R, Andrade DC, Campos-Jara C, Henríquez-Olguín C, Alvarez-Lepín C, Izquierdo M. Regional fat changes induced by localized muscle endurance resistance training. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2219-24.
34. Almstedt HC, Canepa JA, Ramirez DA, Shoepe TC. Changes in bone mineral density in response to 24 weeks of resistance training in college-age men and women. *J Strength Cond Res.* 2011;25(4):1098-103.
35. Mattila VM, Tallroth K, Marttinen M, Pihlajamäki H. Physical fitness and performance. Body composition by DEXA and its association with physical fitness in 140 conscripts. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(12):2242-7.
36. Eleftheriou KI, Rawal JS, James LE, Payne JR, Loosemore M, Pennell DJ, et al. Bone structure and geometry in young men: the influence of smoking, alcohol intake and physical activity. *Bone.* 2013;52(1):17-26.
37. Välimäki VV, Löyttyniemi E, Välimäki MJ. Quantitative ultrasound variables of the heel in Finnish men aged 18-20 yr: predictors, relationship to bone mineral content, and changes during military service. *Osteoporos Int.* 2006;17(12):1763-71.
38. Carlson AR, Smith MA, McCarthy MS. Diet, physical activity, and bone density in soldiers before and after deployment. *US Army Med Dep J.* 2013:25-30.

39. McCarthy MS, Loan LA, Azuero A, Hobbs C. The consequences of modern military deployment on calcium status and bone health. *Nurs Clin North Am*. 2010;45(2):109-22.
40. Kotecki J. *Physical activity and health: An interactive approach*. fifth edition ed2016. 666 p.
41. Groothausen J, Siemer H, Kemper H, Twisk J, Welten D. Influence of Peak Strain on Lumbar Bone Mineral Density: An Analysis of 15-Year Physical Activity in Young Males and Females. *Pediatric Exercise Science*. 1997;9:159-73.
42. Sacco leC, Takahasi HY, Suda EY, Battistella LR, Kavamoto CA, Lopes JA, et al. Ground reaction force in basketball cutting maneuvers with and without ankle bracing and taping. *Sao Paulo Med J*. 2006;124(5):245-52.
43. Kabacinski J, Dworak LB, Murawa M, Ostarello J, Rzepnicka A, Maczynski J. A comparison of take-off dynamics during three different spikes, block and counter-movement jump in female volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2016;56(12):1482-7.
44. Orloff H, Sumida B, Chow J, Habibi L, Fujino A, Kramer B. Ground reaction forces and kinematics of plant leg position during instep kicking in male and female collegiate soccer players. *Sports Biomech*. 2008;7(2):238-47.
45. Smith N, Dyson R, Janaway L. Ground reaction force measures when running in soccer boots and soccer training shoes on a natural turf surface. *Sports Engineering*. 2004;7(3):159–67.

46. Cole ZA, Dennison EM, Cooper C. The impact of methods for estimating bone health and the global burden of bone disease. *Salud Publica Mex.* 2009;51 Suppl 1:S38-45.
47. Grampp S, Genant HK, Mathur A, Lang P, Jergas M, Takada M, et al. Comparisons of noninvasive bone mineral measurements in assessing age-related loss, fracture discrimination, and diagnostic classification. *J Bone Miner Res.* 1997;12(5):697-711.
48. Hebert S, Barros filho TEP, Xavier R, Junior AGP. *Ortopedia e Traumatologia: Principios e Prática*: Artmed; 2009.
49. Hans D, Fuerst T, Lang T, Majumdar S, Lu Y, Genant HK, et al. How can we measure bone quality? *Baillieres Clin Rheumatol.* 1997;11(3):495-515.
50. Stewart AD, Hannan WJ. Prediction of fat and fat-free mass in male athletes using dual X-ray absorptiometry as the reference method. *J Sports Sci.* 2000;18(4):263-74.
51. Langer RD, Borges JH, Pascoa MA, Cirolini VX, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Validity of Bioelectrical Impedance Analysis to Estimation Fat-Free Mass in the Army Cadets. *Nutrients.* 2016;8(3):121.
52. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol.* 2006;51(13):R203-28.

53. Mazess RB, Barden HS, Bisek JP, Hanson J. Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr.* 1990;51(6):1106-12.
54. Cappellano JLC. Memorial da Escola Preparatória de Cadetes do Exército: da rua da fonte à fazenda chapadão, 65 anos de história. Campinas: Gráfica editora multicolor; 2007.
55. Cappellano JLP. Diário da Escola Preparatória de Cadetes de São Paulo. Campinas: EGGCF 2010.
56. Brasil. Diário Oficial da União nº de 136 de 16 de julho de 2012. Edital do Concurso de admissão à Escola Preparatória de Cadetes do Exército.
57. Escola Preparatória de Cadetes do Exército [updated 2018 Jan 25; cited 2018 Feb 01]. Available from: <http://www.espceex.eb.mil.br/>.
58. Brasil. Diário Oficial da União nº de 82 de 02 maio de 2016. Edital do Concurso de admissão à Escola Preparatória de Cadetes do Exército.
59. EsPCEEx. Plano de Disciplina de Treinamento Físico Militar. 2013.
60. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med.* 2009;6(7):1-28.

61. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*. 1998;52(6):377-84.
62. Kato T, Terashima T, Yamashita T, Hatanaka Y, Honda A, Umemura Y. Effect of low-repetition jump training on bone mineral density in young women. *J Appl Physiol*. 2006;100(3):839-43.
63. Nickols-Richardson SM, Miller LE, Wootten DF, Ramp WK, Herbert WG. Concentric and eccentric isokinetic resistance training similarly increases muscular strength, fat-free soft tissue mass, and specific bone mineral measurements in young women. *Osteoporos Int*. 2007;18(6):789-96.
64. Ryan AS, Ivey FM, Hurlbut DE, Martel GF, Lemmer JT, Sorkin JD, et al. Regional bone mineral density after resistive training in young and older men and women. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14(1):16-23.
65. Maimoun L, Galy O, Manetta J, Coste O, Peruchon E, Micallef JP, et al. Competitive season of triathlon does not alter bone metabolism and bone mineral status in male triathletes. *Int J Sports Med*. 2004;25(3):230-4.
66. Lester ME, Urso ML, Evans RK, Pierce JR, Spiering BA, Maresh CM, et al. Influence of exercise mode and osteogenic index on bone biomarker responses during short-term physical training. *Bone*. 2009;45(4):768-76.
67. Liang MT, Braun W, Bassin SL, Dutto D, Pontello A, Wong ND, et al. Effect of high-impact aerobics and strength training on BMD in young women aged 20-35 years. *Int J Sports Med*. 2011;32(2):100-8.

68. Stanforth D, Lu T, Stults-Kolehmainen MA, Crim BN, Stanforth PR. Bone Mineral Content and Density Among Female NCAA Division I Athletes Across the Competitive Season and Over a Multi-Year Time Frame. *J Strength Cond Res.* 2016;30(10):2828-38.
69. Brasil. Manual de Campanha: Treinamento Físico Militar (C 20 20). In: Exército EM, editor. 3 ed. Brasília: EGCEEF; 2002.
70. Marwaha RK, Puri S, Tandon N, Dhir S, Agarwal N, Bhadra K, et al. Effects of sports training & nutrition on bone mineral density in young Indian healthy females. *Indian J Med Res.* 2011;134:307-13.
71. Lima F, De Falco V, Baima J, Carazzato JG, Pereira RM. Effect of impact load and active load on bone metabolism and body composition of adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(8):1318-23.
72. Witzke KA, Snow CM. Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(6):1051-7.
73. MacKelvie KJ, Khan KM, Petit MA, Janssen PA, McKay HA. A school-based exercise intervention elicits substantial bone health benefits: a 2-year randomized controlled trial in girls. *Pediatrics.* 2003;112(6 Pt 1):e447.
74. Bellew JW, Gehrig L. A comparison of bone mineral density in adolescent female swimmers, soccer players, and weight lifters. *Pediatr Phys Ther.* 2006;18(1):19-22.

75. Zribi A, Zouch M, Chaari H, Bouajina E, Zaouali M, Nebigh A, et al. Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent basketball players. *J Clin Densitom.* 2014;17(1):156-62.
76. Zouch M, Jaffré C, Thomas T, Frère D, Courteix D, Vico L, et al. Long-term soccer practice increases bone mineral content gain in prepubescent boys. *Joint Bone Spine.* 2008;75(1):41-9.
77. Agostinete RR, Lynch KR, Gobbo LA, Lima MC, Ito IH, Luiz-de-Marco R, et al. Basketball Affects Bone Mineral Density Accrual in Boys More Than Swimming and Other Impact Sports: 9-mo Follow-Up. *J Clin Densitom.* 2016;19(3):375-81.
78. Barrack MT, Van Loan MD, Rauh MJ, Nichols JF. Body mass, training, menses, and bone in adolescent runners: a 3-yr follow-up. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(6):959-66.
79. Frost HM, Schönau E. The "muscle-bone unit" in children and adolescents: a 2000 overview. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2000;13(6):571-90.
80. Sanchis-Moysi J, Dorado C, Olmedillas H, Serrano-Sanchez JA, Calbet JA. Bone mass in prepubertal tennis players. *Int J Sports Med.* 2010;31(6):416-20.
81. El Hage R. Adult male professional soccer players have higher lumbar spine and hip bone mineral density than age- and body weight-matched controls. *J Clin Densitom.* 2014;17(1):214-5.
82. Greene DA, Naughton GA, Bradshaw E, Moresi M, Ducher G. Mechanical loading with or without weight-bearing activity: influence on bone strength index in

elite female adolescent athletes engaged in water polo, gymnastics, and track-and-field. *J Bone Miner Metab.* 2012;30(5):580-7.

83. Ferry B, Lespessailles E, Rochcongar P, Duclos M, Courteix D. Bone health during late adolescence: effects of an 8-month training program on bone geometry in female athletes. *Joint Bone Spine.* 2013;80(1):57-63.

## 11. APÊNDICE

### APÊNDICE 1: Termo de consentimento livre e esclarecido para a direção da EsPCEEx



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente



Senhor Comandante,

Solicito autorizar a participação dos alunos da EsPCEEx da pesquisa intitulada "**Avaliação comparativa da massa óssea por densitometria e ultrassonografia em jovens militares durante o ano letivo da escola militar**", sendo este um projeto de Tese de Doutorado dos alunos Josiel Almeida de Avila e Mauro Augusto Schreiter Melloni, orientados pelo Prof. Dr. Gil Guerra Júnior da Faculdade de Ciências Médicas (FCM), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Esta pesquisa tem por objetivo comparar a massa óssea, avaliada por meio dos métodos absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) e pela ultrassonografia, no início e no final de um período letivo de rotina militar e de exercícios físicos, em cadetes da Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx) de Campinas-SP. Espera-se que este estudo, de natureza longitudinal, possa propiciar informações importantes, permitindo assim, um melhor entendimento especificamente no que diz respeito às influências da atividade física rotineira na aquisição de massa muscular e óssea em adultos jovens do sexo masculino, possibilitando também identificar possíveis grupos com tendência a lesões musculares ou esqueléticas.

Tendo em vista o cumprimento do objetivo da pesquisa, necessitamos coletar dados antropométricos, como peso, altura, e pregas cutâneas, além da massa óssea avaliada por DXA e ultrassonografia. Serão tomados todos os cuidados necessários, procurando não oferecer nenhum risco ou constrangimento para os alunos. Um questionário será dado aos alunos para ser respondido, especialmente, avaliando o nível socioeconômico, o histórico de atividades físicas e de lesões musculoesqueléticas. Os alunos deverão entregar os questionários para os responsáveis da pesquisa, ambos membros da EsPCEEx.

As avaliações antropométricas e da ultrassonografia são simples, rápidas (cerca de 10 minutos de duração) e não causam nenhuma dor e não apresentam qualquer risco físico ou moral. A avaliação por DXA também é simples, rápida (cerca de 10 minutos de duração) e não causa nenhuma dor e não apresenta qualquer risco físico ou moral, exceto mínima exposição à radiação equivalente a menos de um dia de exposição à radiação natural do dia a dia.

Todas essas avaliações serão realizadas no Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da FCM-UNICAMP num final de semana com a garantia do pesquisador de oferecer transporte de ida e volta aos alunos. Estas avaliações serão realizadas em dois momentos do período letivo; no início (março ou abril) e no final (outubro e novembro).

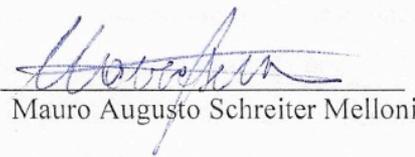
Para garantir a confiabilidade de nosso trabalho, os procedimentos utilizados estarão de acordo com padrões científicos. As avaliações dos alunos somente serão realizadas mediante apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente preenchido e assinado.

Além disso, será mantido total sigilo das informações obtidas bem como o anonimato de todos os alunos participantes da pesquisa. As informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para o desenvolvimento da pesquisa.

Ressaltamos que os alunos que forem identificados com alguma alteração nas variáveis mensuradas como, por exemplo, baixa densidade mineral óssea, receberão uma carta informando sobre a situação e convidando para atendimento no Ambulatório de Endocrinologia Pediátrica da UNICAMP para avaliação clínica, nutricional, radiológica e laboratorial.

A autorização do senhor torna-se imprescindível para o alcance dos objetivos propostos. Agradecemos antecipadamente a atenção dispensada e colocamo-nos à sua disposição para quaisquer esclarecimentos sobre os procedimentos da pesquisa (e-mails [mauromelloni@gmail.com](mailto:mauromelloni@gmail.com) ou [josiel\\_sm@yahoo.com.br](mailto:josiel_sm@yahoo.com.br) ou pelo telefone (19)3521-8985). Denúncias ou queixas podem ser feitas a qualquer tempo pelo telefone do CEP da UNICAMP pelo telefone (19)3521-8936 ou pelo e-mail [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br).

  
 Josiel Almeida de Avila

  
 Mauro Augusto Schreiter Melloni

De acordo com esclarecido, aceito colaborar (participar) na realização da pesquisa, estando devidamente informado sobre a natureza da pesquisa, objetivos propostos, metodologia empregada e benefícios previstos.

Campinas (SP), 22 de fevereiro de 2013.

  
 JORGE ANTONIO SMICELATO –Cel  
 Comandante da EsPCEX

## APÊNDICE 2: Termo de consentimento livre e esclarecido

### IDENTIFICAÇÃO DO ALUNO:

Nome: \_\_\_\_\_ Data nasc.: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Endereço: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ CEP.: \_\_\_\_\_

Eu, \_\_\_\_\_,

(nome do aluno)

RG n°. \_\_\_\_\_ entendo que fui convidado a participar da pesquisa intitulada **"Avaliação comparativa da massa óssea por densitometria e ultrassonografia em jovens militares durante o ano letivo da escola militar"**, sendo este um projeto de Tese de Doutorado dos alunos Josiel Almeida de Avila e Mauro Augusto Schreiter Melloni, orientados pelo Prof. Dr. Gil Guerra Júnior da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Ao concordar por livre e espontânea vontade com a participação, estou ciente que serei submetido a uma avaliação clínica com medidas de peso, altura e pregas cutâneas. A massa óssea será avaliada por ultrassonografia da metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (2° ao 5° dedo) da mão não-dominante. Estas avaliações são simples, rápidas (cerca de 10 minutos de duração) e não causam nenhuma dor e não apresentam qualquer risco físico ou moral.

A avaliação por DXA será realizada no Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da FCM-UNICAMP num final de semana com a garantia do pesquisador de me oferecer transporte de ida e volta. Esta avaliação também é simples, rápida (cerca de 10 minutos de duração) e não causa nenhuma dor e não apresenta qualquer risco físico ou moral, exceto mínima exposição à radiação equivalente a menos de um dia de exposição à radiação natural do dia a dia.

Estas medidas serão realizadas em dois momentos do período letivo; no início (abril/2013) e no final (outubro ou novembro/2013).

Entendo também que devo preencher o questionário anexo e entregá-lo ao responsável pela pesquisa junto com a assinatura deste termo de consentimento.

A minha avaliação somente será realizada com a minha prévia autorização, mediante apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente preenchido e assinado. Eu obterei com a participação no estudo a vantagem de conhecer a minha massa óssea e

composição corporal e as suas evoluções após um período letivo na EsPCEEx. Além disso, se for identificada alguma alteração nas variáveis mensuradas como, por exemplo, baixa densidade mineral óssea, receberei uma carta informando sobre a situação e convidando para atendimento no Ambulatório de Endocrinologia Pediátrica da UNICAMP para avaliação clínica, nutricional, radiológica e laboratorial.

Toda a informação médica, assim como os resultados desse projeto de pesquisa, será mantida em absoluto sigilo. Se os resultados ou informações fornecidas forem utilizados para fins de publicação científica, nenhum nome será mencionado. A minha participação nesse projeto de pesquisa é voluntária e poderei recusar ou retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem sofrer qualquer penalidade ou prejuízo.

Qualquer dúvida ou esclarecimento sobre os procedimentos da pesquisa podem ser obtidos com [mauromelloni@gmail.com](mailto:mauromelloni@gmail.com) ou [josiel\\_sm@yahoo.com.br](mailto:josiel_sm@yahoo.com.br) ou (19)3521-8985. Denúncias ou queixas podem ser feitas a qualquer tempo pelo telefone do CEP da UNICAMP pelo telefone (19)3521-8936 ou pelo e-mail [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br)

De acordo,

---

Assinatura do aluno

Campinas (SP), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201 \_\_\_\_.

## 12. ANEXO

### ANEXO 1 - Aprovação do comitê de ética

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS - UNICAMP  
(CAMPUS CAMPINAS)



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Influência de seis meses de atividade física e de rotina militar na massa óssea em jovens adultos alunos da Escola Preparatória de Cadetes do Exército do ano de 2013.

**Pesquisador:** Mauro Augusto Schreiter Melloni

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 17103313.8.0000.5404

**Instituição Proponente:** Faculdade de Ciências Médicas - UNICAMP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 511.461

**Data da Relatoria:** 17/01/2014

##### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo a ser realizado com alunos ingressantes da Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx) no ano de 2013, no âmbito de uma tese de doutorado. A instituição (EsPCEEx) recebe, anualmente, 520 alunos que são submetidos a um regime de internato, onde todas as atividades escolares são controladas e reguladas por normas internas. Após ingressarem na EsPCEEx os alunos passam a realizar atividades físicas cinco vezes na semana, com duração de 90 minutos. Durante o tempo destinado à atividade física, os alunos são divididos entre atletas (treinamento de acordo com a modalidade) e os não atletas (treinamento sistematizado e variado). Devido às demandas impostas pelo treinamento, parte desses alunos desenvolve lesão musculoesquelética. Para o estudo em questão serão avaliados 200 sujeitos (100 atletas e 100 não atletas) escolhidos entre voluntários na turma de 2013 do EsPCEEx. A pesquisa será efetuada na EsPCEEx e no Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) em Campinas. Os sujeitos serão avaliados quanto à idade, histórico de atividade física (resposta a um questionário referenciado aos últimos 12 meses), peso, estatura, dobras cutâneas, Índice de Massa Corporal (IMC), massa óssea (por do QUS) e DMO (por meio do DXA) em dois momentos (abril e outubro-novembro).

**Endereço:** Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

**Bairro:** Barão Geraldo

**CEP:** 13.083-887

**UF:** SP

**Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)3521-8936

**Fax:** (19)3521-7187

**E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

**FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS - UNICAMP  
(CAMPUS CAMPINAS)**



Continuação do Parecer: 511.461

**Objetivo da Pesquisa:**

Comparar a DMO (Densidade mineral Óssea), avaliada por meio dos métodos de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) e a massa óssea, avaliada por ultrassonografia quantitativa (QUS), no início do ano letivo e após 6 meses de rotina militar e de exercícios físicos, em alunos da Escola de Cadetes- EsPCEX- do ano de 2014. Comparar esses mesmos dados anteriormente citados entre alunos atletas e não atletas e lesionados e não lesionados observações obtidas em prontuários na instituição) no decorrer do ano.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os autores, os riscos ou prejuízos à sua saúde física e emocional são baixos e bem calculados. Os riscos estarão relacionados principalmente à aplicação dos métodos de análise das condições físicas dos sujeitos, no entanto, estas análises também pressupõem o deslocamento dos indivíduos à Unicamp, o que será responsabilidade dos pesquisadores, conforme citado no TCLE, e que tem algum risco associado. Os benefícios ficam evidenciados a partir do conhecimento do quadro clínico dos participantes da pesquisa. Os autores ressaltam que os sujeitos identificados com alteração nas variáveis mensuradas receberão uma carta informando a situação e convidando para um atendimento no Ambulatório de Endocrinologia Pediátrica da Unicamp para avaliação nutricional, clínica, radiológica e laboratorial.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é altamente relevante. Ela pretende associar a saúde óssea dos indivíduos a uma série de fatores externos presentes no cotidiano dos sujeitos. Os sujeitos vem de diferentes regiões do país; consequentemente têm diferentes hábitos alimentares, diversidade quanto à prática de atividades físicas etc.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Folha de rosto assinada pelo Diretor da FCM/UNICAMP, onde serão realizados os exames, além de assinatura do pesquisador responsável. Termo de autorização do comandante da Escola preparatória de cadetes para a participação dos alunos no estudo, com data de 02/2013, e ressaltando tratar-se do trabalho de doutorado de 02 alunos da Unicamp, um dos quais é o pesquisador responsável indicado na folha de rosto; TCLE relatando os exames físicos e procedimentos a que serão submetidos os alunos, com modificações incorporadas após duas pendências do projeto.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

No parecer anterior (n. 494.778) foram listadas as seguintes pendências:

<b>Endereço:</b> Rua Tessália Vieira de Camargo, 126			
<b>Bairro:</b> Barão Geraldo		<b>CEP:</b> 13.083-887	
<b>UF:</b> SP	<b>Município:</b> CAMPINAS		
<b>Telefone:</b> (19)3521-8936	<b>Fax:</b> (19)3521-7187	<b>E-mail:</b> cep@fcm.unicamp.br	

FACULDADE DE CIENCIAS  
MEDICAS - UNICAMP  
(CAMPUS CAMPINAS)



Continuação do Parecer: 511.461

1. O TCLE deve ser iniciado com um convite à participação do voluntário. Nesta condição, ele deve ser esclarecido sobre os objetivos da pesquisa e procedimentos aos quais será submetido. Nesse sentido, deve haver coerência no texto e, sobretudo, garantia quanto à confidencialidade dos dados e direito de voluntariedade do participante.

Comentário: pendência atendida.

2. Alunos com 17 anos de idade deverão ter seu TCLE assinado pelos seus respectivos representantes legais (pais ou outro legalmente instituído). Sugerimos a retirada destes voluntários do estudo, admitindo somente maiores de idade. Se não for possível, justificar em carta dirigida ao CEP.

Comentário: os pesquisadores não fizeram modificações no projeto ou no TCLE que indiquem a retirada de menores de idade. Nesse caso, reforça-se a necessidade de obter TCLE assinado pelos responsáveis legais no caso de participantes menores de idade.

Aprovado após resposta a pendências.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

- O sujeito de pesquisa deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou, aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento

**Endereço:** Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

**Bairro:** Barão Geraldo

**CEP:** 13.083-887

**UF:** SP

**Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)3521-8936

**Fax:** (19)3521-7187

**E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

## ANEXO 2: Classificação dos esportes conforme força de reação do solo

**Table 2 Classification of the Peak Strain Scores Based on Ground Reaction Forces and Estimation Criteria**

Peak score	Ground reaction forces	Estimation criteria	Examples
3	$>4 \times$ body weight	Activities including jumping actions	Basketball, gymnastics
2	$2-4 \times$ body weight	Activities including sprinting and turning actions	Badminton, baseball, tennis
1	$1-2 \times$ body weight	Weight-bearing activities	Ballroom dancing, jogging
0	$<1 \times$ body weight	All other activities	Bicycling, swimming

(Groothausen et al., 1997)

**ANEXO 3: Exemplo de plano de treinamento semanal do grupo TFM.**

Dia \ SU	1ª Cia AI	2ª Cia AI	3ª Cia AI
SEG	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento PTC 1 passagem – 45s Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento/ Aquecimento Corrida Contínua por Gp Gp A: 6,6 km em 33 min Gp B: 6,2 km em 33 min Gp C: 5,5 km em 33 min Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento/ Aquecimento Corrida Contínua por Gp Gp A: 6,6 km em 33 min Gp B: 6,2 km em 33 min Gp C: 5,5 km em 33 min Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas
TER	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento Corrida Contínua por CIA/ Pel 6,2 km em 33 min Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento NATAÇÃO Assunto 3/ Treinamento Atletas	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento PTC 1 passagem – 45s Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas
QUA	<u>TARDE</u> Alongamento GINÁSTICA BÁSICA 7 Repetições Complemento/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento Corrida Contínua por CIA/ Pel 6,2 km em 33 min Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento NATAÇÃO Assunto 3/ Treinamento Atletas
QUI	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento NATAÇÃO Assunto 3/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento PTC 1 passagem – 45s Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento Corrida Contínua por CIA/ Pel 6,2 km em 33 min Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas
SEX	<u>TARDE</u> Alongamento/ Aquecimento Corrida Contínua por Gp Gp A: 6,6 km em 33 min Gp B: 6,2 km em 33 min Gp C: 5,5 km em 33 min Volta a calma / Alongamento Complemento/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento GINÁSTICA BÁSICA 7 Repetições Complemento/ Treinamento de atletas	<u>TARDE</u> Alongamento GINÁSTICA BÁSICA 7 Repetições Complemento/ Treinamento de atletas
SÁB	Sem TFM	Sem TFM	Sem TFM
DOM	Sem TFM	Sem TFM	Sem TFM

**COMPLEMENTO**

Abdo parafuso	4 x 40 segundos (máximo de repetições em 30") – 1' 30" Intv
Barra	4 x 5 com 1'30" Intv
Flexão de braço	4 x 15 com 1'30" Intv

**ANEXO 4: Exemplo de plano de treinamento semanal do grupo E1.**

Equipe Dia	Basquete	Voleibol	Futebol
SEG	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento Corrida 5 Km Treino técnico Bandeja Trabalho de passe Trabalho de marcação Lance Livre	<u>TARDE</u> Aquecimento dinâmico Musculação Treino técnico Toque Manchete	<u>TARDE</u> Aquecimento com Bola (15 min) Treinamento Físico (circuito aeróbico) (45 min) Treinamento Técnico (passe) (30 min)
TER	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento Treino técnico Bandeja Trabalho de arremesso Coletivo Lance livre	<u>TARDE</u> Aquecimento dinâmico Musculação Treino técnico Toque Manchete Saque	<u>TARDE</u> Musculação (1h e 10 min) Treinamento Técnico (passe) (20 min)
QUA	<u>TARDE</u> Alongamento/ Aquecimento Corrida de 3 km Musculação Alongamento	<u>TARDE</u> Aquecimento dinâmico Treino técnico Toque Manchete Saque Treino Tático	<u>TARDE</u> Aquecimento com Bola (15 min) Treinamento Físico (circuito anaeróbico) (45 min) Treinamento Técnico (chute/cruzamento) (30 min)
QUI	<u>TARDE</u> Alongamento / Aquecimento Treino técnico Bandeja Trabalho de passe Coletivo Lance Livre	<u>TARDE</u> Aquecimento dinâmico Musculação Treino técnico Toque Manchete Saque	<u>TARDE</u> Musculação (1h e 10 min) Treinamento Técnico (passe) (20 min)
SEX	<u>TARDE</u> Alongamento/ Aquecimento Trabalho de implusão Alongamento	<u>TARDE</u> Aquecimento dinâmico Musculação Treino técnico Toque Manchete	<u>TARDE</u> Aquecimento com Bola (15 min) Treinamento Físico (circuito) (45 min) Treinamento Técnico (Campo reduzido) (30 min)
SÁB	Sem TFM	Sem TFM	Sem TFM
DOM	Sem TFM	Sem TFM	Sem TFM

**ANEXO 5: Exemplo de plano de treinamento semanal do grupo Natação**

Equipe Dia	Natação
SEG	<p style="text-align: center;"><u>TARDE</u> A1 TÉCNICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 400m nado livre</li> <li>- 3X200m Braço com palmar cada 20 seg</li> <li>- 10X50m (ida educativo Crawl/ volta nado com nadadeira) cada 15 seg</li> <li>- 10X50m (ida educativo estilo/ volta nado com nadadeira) cada 15 seg</li> <li>- 200 SOLTO</li> </ul>
TER	<p style="text-align: center;"><u>TARDE</u> TÉCNICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 300m nado livre</li> <li>- 4X100m Perna/ braço com equipamento</li> <li>- 4X50m viradas técnicas cada 20 seg</li> <li>- 10X50m (ida educativo crawl/ volta nado crawl)</li> <li>- 6X50m (ida educativo estilo/ volta nado estilo)</li> <li>- 500m crawl (palmar e nadadeira)</li> <li>- 100m Solto</li> </ul>
QUA	<p style="text-align: center;"><u>TARDE</u> A1 RODADO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 400m nado livre</li> <li>- 400m perna com nadadeira e prancha</li> <li>- 300m Braço com palmar</li> <li>- 400m (ida perna costa – volta educativo crawl com nadadeira)</li> <li>- 300m braço com palmar</li> <li>- 400m(ida crawl - volta estilo)</li> <li>- 1X 20' nado + 125m Crawl +25m estilo</li> <li>- 100m Solto</li> </ul>
QUI	<p style="text-align: center;"><u>TARDE</u> VELOCIDADE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 500m nado livre</li> <li>- 300m perna sem nadadeira</li> <li>- 10X50m A1(ida educativo/ volta crawl e estilo)</li> <li>- 12X25m Progressivo cada 75 seg com nadadeira</li> <li>- 6X25m para tempo Int 5 min</li> <li>- 400m Solto</li> </ul>
SEX	<p style="text-align: center;"><u>TARDE</u> Produção/ Tolerância Lactato</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4X200m <ul style="list-style-type: none"> <li>1.NADO LIVRE</li> <li>2.BRAÇO Com palmar</li> <li>3.PERNA com nadadeira</li> <li>4.NADO com palmar e nadadeira</li> </ul> </li> <li>- 8X25m Progressivo cada 85 seg</li> <li>- 1X50m TEMPO</li> <li>- 1X50m + 25m (Int 30 seg)</li> <li>- 1X50m + 2X25m (Int 30 seg)</li> <li>- 1X50m TEMPO</li> <li>- 200m SOLTO</li> </ul>
SÁB	Sem TFM
DOM	Sem TFM