



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS

CAMILA JUSTINO DE OLIVEIRA BARBETA

TREINAMENTO FÍSICO MILITAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO
FÍSICO SUAS INTER-RELAÇÕES EM ALUNOS DO SEXO MASCULINO ATLETAS
E NÃO ATLETAS DA ESCOLA PREPARATÓRIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

CAMPINAS

2021

CAMILA JUSTINO DE OLIVEIRA BARBETA

TREINAMENTO FÍSICO MILITAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO FÍSICO SUAS INTER-RELAÇÕES EM ALUNOS DO SEXO MASCULINO ATLETAS E NÃO ATLETAS DA ESCOLA PREPARATÓRIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Ciências, na área de Saúde da Criança e do Adolescente.

ORIENTADOR: GIL GUERRA JÚNIOR
COORIENTADOR: EZEQUIEL MOREIRA GONÇALVES

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA CAMILA JUSTINO DE OLIVEIRA BARBETA, E ORIENTADO PELO PROF. DR. GIL GUERRA JÚNIOR.

CAMPINAS

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas
Rosana Evangelista Poderoso - CRB 6652

B233t Barbeta, Camila Justino de Oliveira, 1991-
Treinamento físico militar, composição corporal e desempenho físico suas inter-relações em alunos do sexo masculino atletas e não atletas da Escola Preparatória do Exército Brasileiro / Camila Justino de Oliveira Barbeta. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Gil Guerra Júnior.

Coorientador: Ezequiel Moreira Gonçalves.

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

1. Militares. 2. Composição corporal. 3. Aptidão física. 4. Osso. 5. Densitometria. I. Guerra Júnior, 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: Military physical training, body composition and physical performance and their interrelationships in male athletes and non-athletes of the Preparatory School of the Brazilian Army

Palavras-chave em inglês:

Military

Body composition

Physical fitness

Bone

Densitometry

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente

Titulação: Doutora em Ciências

Banca examinadora:

Gil Guerra Júnior [Orientador]

Cristiane Teixeira Amaral Camargo

Josiel Almeida de Avila

Mauro Augusto Schreiter Melloni

Roberto Regis Ribeiro

Data de defesa: 28-05-2021

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

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(s)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-8795-3650>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/6123388460663334>

BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DOUTORADO
CAMILA JUSTINO DE OLIVEIRA BARBETA

ORIENTADOR: GIL GUERRA JÚNIOR

COORIENTADOR: EZEQUIEL MOREIRA GONÇALVES

MEMBROS:

1. PROF. DR. GIL GUERRA JÚNIOR

2. PROF. DR. MAURO AUGUSTO SCHREITER MELLONI

3. PROF. DRA. CRISTIANE TEIXEIRA AMARAL CAMARGO

4. PROF. DR. ROBERTO REGIS RIBEIRO

5. PROF. DR. JOSIEL ALMEIDA DE ÁVILA

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 encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da FCM.

Data de Defesa: 28/05/2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

A minha mãe, Déborah Marins, pelo amor, carinho e palavras de aconchego!

Ao meu pai, Dr. Jarbas Barbeta, que esteve ao meu lado em todos os momentos.
Muitas vezes, doou-se e renunciou aos seus sonhos para que eu pudesse realizar
os meus!

Tudo que consegui só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação de vocês.
Ensinaram-me sempre a agir com respeito, simplicidade, dignidade, honestidade e
amor em relação ao próximo!

Ao meu esposo Rafael Gustavo Guidotti, que esteve comigo em todos os momentos.
Meu grande incentivador e parceiro!

Aos meus irmãos Rebeca e Vinicius Barbeta, meus cunhados Fernanda Karpinski e
Iury Rocha pelo apoio, incentivo e acolhimento!

Por fim, a Maria Inês Dutra, minha psicóloga, agradeço o seu apoio e acolhimento!

AGRADECIMENTOS

Chega ao fim mais um capítulo, uma decisão que veio lá da minha graduação, eu muito nova e cheia de sonhos. Um capítulo que me proporcionou grande e intenso crescimento e amadurecimento pessoal.

Ao meu orientador professor *Dr. Gil Guerra Júnior*. No dia em que lhe apresentei meu projeto no Hospital das Clínicas, em uma pequena sala, ele me disse para ir direto aos objetivos do projeto e aceitou ser novamente meu orientador. Foi um dia muito feliz, eu agradeço a oportunidade de ingressar no programa de doutorado e ser sua aluna. Agradeço a atenção, a paciência e as suas valiosas contribuições científicas.

Ao meu coorientador professor *Dr. Ezequiel Moreira Gonçalves* pela oportunidade de ser sua aluna e pelos valiosos ensinamentos.

Aos meus grandes amigos, *Juan Eduardo Samur-San-Martin e Raiany Rosa Bergamo*, que estiveram comigo em todas as etapas do doutorado, pelo companheirismo, apoio, inúmeros dias e noites de trabalho e discussões de ideias.

Aos meus colegas do Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento (LabCreD) *Vaneza Lira Wolf, Mauro Alexandre Páscoa, Mauro Augusto Schreiter Melloni, Josiel de Almeida Ávila, Anderson Marques de Moraes, Vagner Xavier Cirolini e Tathyane Krahenbühl* pelo companheirismo e apoio nos estudos.

Aos funcionários do Centro de Investigação em Pediatria (CIPED), pela disposição em ajudar em qualquer situação, *Milton Cesar, Rosa Maria, João Daniel e Silvana Dalge Severino*, e à Márcia, secretária do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente.

Aos meus professores da graduação, da Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel- Paraná, e em especial aos professores, *Dr. Roberto Régis Ribeiro, Dr. Everton Paulo Roman* e a *Dra. Debora Bourcheid* pelo incentivo.

Há muito mais a quem agradecer. Aqueles que, embora não nomeados aqui, me brindaram com seu apoio em distintos momentos de forma direta ou indireta, o meu carinho e muito obrigada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Estrutura da tese: No presente estudo optou-se pelo “Modelo Alternativo”, sendo assim, a dissertação foi composta por introdução geral, objetivos, metodologia, resultados (capítulo 1 e 2), discussão geral e conclusão. A introdução abordou os principais aspectos relacionados ao tecido ósseo, avaliação da composição corporal, relação do exercício físico e composição corporal, Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro, treinamento físico militar (TFM) e modalidades esportivas.

Objetivo: No presente estudo foram delineados objetivos de acordo com o tipo da modalidade, portanto dividido em dois: (1) avaliar o efeito do TFM na composição corporal, na massa e na geometria ósseas e no desempenho físico e suas inter-relações; (2) avaliar a relação da prática de diferentes modalidades esportivas na composição corporal, na massa e geometria ósseas e no desempenho físico e suas inter-relações.

Metodologia: Os dois estudos foram longitudinais com os alunos de 17 a 22 anos (homens). A primeira coleta (T0) foi realizada antes do início do período de TFM (março e abril) e a segunda coleta (T1) (outubro e novembro) após 34 semanas dos anos 2014, 2015 e 2016. Foram avaliadas as variáveis antropométricas (peso, altura e IMC), composição corporal [massa gorda (MG), massa magra (MM) e massa óssea [densidade mineral óssea (DMO) e conteúdo mineral óssea (CMO)] e geométricas (índice de força do fêmur- IFF, índice de força óssea- Z, índice de rigidez estrutural do fêmur- CSMI e resistência de carga ao longo do eixo ósseo- CSA) por meio do equipamento *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DXA). A aptidão física foi avaliada pelos testes de barra fixa, flexão de braço, abdominal e natação. O primeiro artigo, com 320 alunos que realizavam apenas o TFM convencional e o segundo artigo com 72 alunos praticantes de diferentes modalidades (voleibol/basquetebol, triathlon/orientação, natação, judô/esgrima, futebol e atletismo).

Resultados: No primeiro capítulo, após 34 semanas de TFM, foram observadas diferenças significativas, com valores superiores em T1, para peso ($p<0,001$), IMC ($p<0,001$), MM ($p<0,001$) para todas as variáveis de massa óssea, com significância de $p<0,001$, exceto para Colo DMO ($p=0,056$), assim como para os índices geométricos, Z ($p=0,013$), CSMI ($p=0,004$) e CSA ($p=0,027$), e para todas as variáveis de aptidão física ($p<0,001$). Observou-se correlações altas e moderadas da estatura, peso e MM com todas as variáveis de massa e geometria ósseas. Após ajuste pelas variáveis de confusão (estatura, MM e testes de aptidão física) não foram observados efeitos do período de treinamento (T0xT1) sobre as variáveis ósseas e geométricas, no entanto, para entender quais seriam as outras variáveis que poderiam ter relação com

treinamento, foi observado o efeito positivo para MM ($p < 0,001$) e a natação ($p = 0,022$) com DMO total; MM ($p = 0,042$) e natação ($p = 0,025$) com CMO total; MM ($p < 0,001$) com DMO e CMO de colo; e MM ($p < 0,001$) com Z, com CSA ($p < 0,001$) e CSMI ($p < 0,001$). No segundo capítulo, para verificar o efeito das modalidades sobre as variáveis ósseas, somente para a variável de geometria óssea Z, indicou que o grupo futebol mostrou valores superior ao grupo atletismo ($p = 0,022$). No entanto, independente dos efeitos do tempo e da modalidade sobre os parâmetros de massa e geometria óssea, observou-se efeitos positivos e significativos MM sobre as variáveis ósseas e geométricas. **Conclusão:** Após 34 semanas de prática do TFM convencional e das modalidades esportivas, ambos, indicaram efeito positivo da massa magra pelo teste *Generalized Estimation Equation Model (GEE)*, que, por sua vez, influenciou diretamente na massa óssea e índices geométricos.

Palavras-chaves: militares; exercício; osso; densitometria; composição corporal; aptidão física.

ABSTRACT

Thesis structure: In the present study, the “Alternative Model” was chosen, thus, the dissertation was composed of general introduction, objectives, methodology, results (chapters 1 and 2), general discussion and conclusion. The introduction addressed the main aspects related to bone tissue, evaluation of body composition, relationship between physical exercise and body composition, Brazilian Army Cadets Preparatory School, military physical training (TFM) and sports. **Objective:** In the present study, objectives were outlined according to the type of modality, therefore divided into two: (1) to evaluate the effect of TFM on body composition, bone mass, bone geometry and physical performance and their interrelationships; (2) to evaluate the relationship between the practice of different sports in body composition, bone mass, bone geometry and physical performance and their interrelationships. **Methodology:** The two studies were longitudinal with students aged 17 to 22 years (men). The first collection (T0) was performed before the beginning of the TFM period (March and April) and the second collection (T1) (October and November) after 34 weeks of the years 2014, 2015 and 2016. Anthropometric (weight, height and BMI), body composition [fat mass (FM), lean mass (LM) and bone mass [bone mineral density (BMD) and bone mineral content (BMC)] and geometric (femur strength index - FSI, bone strength index - Z, structural rigidity index of the femur - CSMI and load resistance along the bone axis - CSA) using the Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) equipment. Physical fitness was assessed by the tests of fixed bar, push-up, abdominal and swimming. The first article, with 320 students who performed only the conventional TFM and the second article with 72 students practicing different modalities (volleyball/ basketball, triathlon/ orientation, swimming, judo/ fencing, soccer and athletics). **Results:** In the first chapter, after 34 weeks of TFM, significant differences were observed, with higher values at T1, for weight ($p < 0.001$), BMI ($p < 0.001$), LM ($p < 0.001$) for all bone mass variables, with significance of $p < 0.001$, except for BMD of femoral neck ($p = 0.056$), as well as for geometric indices, Z ($p = 0.013$), CSMI ($p = 0.004$) and CSA ($p = 0.027$), and for all the physical fitness variables ($p = 0.001$). There were high and moderate correlations of height, weight and LM with all bone mass and geometric variables. After adjusting for confounding variables (height, LM and physical fitness tests), no effects of the training period (T0xT1) on bone and geometric variables were observed, however, to understand what other variables could be related to training, was observed the positive effect for LM ($p = 0.001$) and swimming ($p = 0.022$) with total BMD; LM ($p = 0.042$) and swimming ($p = 0.025$) with total BMC; LM ($p = 0.001$) with BMD and BMC

femoral neck; and LM ($p = 0.001$) with Z, with CSA ($p = 0.001$) and CSMI ($p = 0.001$). In the second chapter, the effect of the modalities on the bone variables was verified and only the bone geometry variable Z, for the soccer group, showed higher values than the athletics group ($p = 0.022$). However, regardless of the effects of time and modality on bone mass and geometry parameters, there were positive and significant effects of LM on bone and geometric variables. **Conclusion:** After 34 weeks of practice of conventional TFM and sports, both indicated a positive effect of lean mass by the GEE test, which, in turn, directly influenced bone mass and geometric indexes.

Keywords: military; exercise; bone; densitometry; body composition; physical fitness.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

- Tabela 1.** Características antropométricas, de composição corporal e teste de aptidão física nos momentos T0 e T1 em 320 cadetes do Exército Brasileiro..... 48
- Tabela 2.** Correlações entre as variáveis antropométricas, composição corporal e aptidão física com a massa óssea e geometria óssea no final (T1) do período de TFM de 320 cadetes do Exército Brasileiro. 49
- Tabela 3.** Valores da *GEE* das variáveis de massa óssea divididas por tempo em 320 cadetes do Exército Brasileiro..... 50
- Tabela 4.** Valores da *GEE* das variáveis de geometria óssea dividida por tempo em 320 cadetes do Exército Brasileiro. 51

Capítulo 2

- Tabela 1.** Características antropométricas nos momentos T0 e T1 em cadetes do Exército Brasileiro praticantes de diferentes modalidades esportivas da EsPCEX. .. 71
- Tabela 2.** Características dos testes de aptidão física nos momentos T0 e T1 em cadetes do Exército Brasileiro praticantes de diferentes modalidades esportivas da EsPCEX 72
- Tabela 3.** Resultados dos parâmetros de massa e geometria óssea divididos por tempo e modalidade ajustadas pelas variáveis de confusão, estatura, massa magra e os testes de aptidão física em cadetes do Exército Brasileiro.. 74

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Diagrama de etapas de avaliação do estudo.....46

Capítulo 2

Figura 1. Diagrama de etapas de avaliação do estudo.....67

Figura 2. Análises da correlação de *Spearman* entre as variáveis antropométricas e composição corporal a partir dos resultados das diferenças entre o T0 e o T1 (Δ) estandardizados (Z score)..... 73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AMAN-** Academia Militar das Agulhas Negras
- AT-** Atletismo
- BV-** Basquete/Vôlei
- BMC-** *Bone mineral content*
- BMD-** *Bone mineral density*
- BMI-** *Body mass index*
- CFD-** Colo do fêmur direito
- CIPED -** Centro de Investigação em Pediatria
- CMO -** Conteúdo mineral ósseo
- CSA-** *Cross-sectional area*
- CSA-** Resistência de carga ao longo do eixo ósseo
- CSMI-** Índice de rigidez estrutural do fêmur
- CSMI-** *Cross-sectional moment of inertia*
- DMO -** Densidade mineral óssea
- DP -** Desvio padrão
- DXA -** Absorciometria por dupla emissão de raio X
- DXA -** *Dual-energy x-ray absorptiometry*
- EP-** Erro padrão
- EsPCEx-** Escola Preparatória de Cadetes do Exército
- EUA-** Estados Unidos da América
- FAEF-** Faculdade de Educação Física
- FCM-** Faculdade de Ciências Médicas
- FM-** Fat mass
- GEE-** *Generalized Estimation Equation Model*
- IFF -** Índice de força do fêmur
- IFF-** *Femoral strength index*
- IFF-** Índice de força do fêmur
- IMC-** Índice de massa corporal
- L1-L4-** Coluna lombar
- LabCreD-** Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento
- LI-** Limite inferior
- LS-** Limite superior
- LST-** *Lean soft tissue*

MM- massa magra
min- Minutos
MFT- *Military physical training*
MG- Massa gorda
NT- Natação
FT- Futebol
TO- Triathlon/Orientação
JE- Judô/Esgrima
TO- Triathlon/Orientação
mm- Milímetros
% de gordura- Porcentual de gordura
PMO- Pico de massa óssea
PUCAMP- Pontifícia Universidade Católica de Campinas
rep- Repetições
s- Segundos
SPSS- *Statistical Package for the Social Sciences*
T0- *First data collection*
T0- Primeira coleta de dados
T1- *Second data collection*
T1- Segunda coleta de dados
TAF- Teste de aptidão física
TCLE- Termo de consentimento livre e esclarecido
TFM- Treinamento físico militar
UNICAMP- Universidade Estadual de Campinas
Z- Índice de força óssea
Z- *Section modulus*
cm²- Centímetro ao quadrado
g- Gramas
g/cm²- Gramas por centímetro quadrado
Kg- Quilogramas
kg/m²- Quilograma por metro quadrado
m- Metros
mm²- milímetro ao quadrado
mm³- milímetro ao cubo
mm⁴- milímetro a quarta

LISTA DE SÍMBOLOS

- #- Significância estatística
- %- Porcentagem
- *- Significância estatística
- ** - Significância estatística
- <- Menor
- =- Igual
- ±- Mais ou menos
- n- Amostra
- p- Significância
- r- Coeficiente de correlação
- t- Teste t de *Student*
- Δ- Delta

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
Tecido ósseo	17
Relação entre exercício físico e composição corporal	20
Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro (EsPCEx)	21
OBJETIVOS	23
METODOLOGIA	24
Amostra	24
Desenho do estudo	24
Medidas antropométricas e composição corporal	24
Treinamento físico militar (TFM).....	26
Modalidades Esportivas	35
Formato da tese	37
RESULTADOS	38
Capítulo 1. Relação do treinamento físico militar com a composição corporal, massa e geometria ósseas em cadetes do Exército Brasileiro.....	38
Capítulo 2. Relação da prática de diferentes modalidades esportivas com a composição corporal, massa e geometria ósseas em cadetes do Exército Brasileiro.....	59
DISCUSSÃO GERAL	84
CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS	87
ANEXOS	91
Anexo 1. Autorização para coleta de dados	91
Anexo 2. Parecer consubstanciado do CEP	93
Anexo 3. Questionário	98
Anexo 4. Termo de consentimento livre e esclarecido	100

INTRODUÇÃO

Tecido ósseo

O tecido ósseo é um tipo especializado do tecido conjuntivo, bastante vascularizado, que fornece suporte estrutural para os outros sistemas e órgãos do organismo, sendo composto por células especializadas, que correspondem a 10% do total do volume ósseo (1), com diferentes funções e origem: osteoblastos e os osteócitos (da linhagem de células-tronco mesenquimais); os osteoclastos (de origem hematopoiética (1)); e as células osteogênicas (2,3).

Para proporcionar a integridade de sua estrutura, esse tecido, é metabolicamente ativo durante a vida e está em constante adaptação, reparação e preservação (modelação e remodelação) (4–6). Há dois mecanismos distintos na modelação e remodelação ósseas, as células ósseas envolvidas na modelação são desacopladas e na remodelação, são acopladas (7). A reabsorção óssea ocorre pelos osteoclastos e a formação óssea pelos osteoblastos, enquanto os osteócitos atuam como mecanossensores e orquestradores do processo de remodelação óssea (8), devido a esta capacidade, este processo de remodelação se renova e repara ao longo da vida (9,10).

Como os demais tecidos conjuntivos do corpo humano, a massa óssea (MO) possui características que compõe estruturalmente o esqueleto, no qual desempenha a função de suporte aos tecidos moles (11–13), coordenação aos movimentos, reserva iônica, contenção da medula óssea, armazenamento de triglicerídeos e sustentação e proteção dos órgãos vitais.

Densidade mineral óssea (DMO)

A densidade mineral óssea (DMO) corresponde à quantidade de material inorgânico (cálcio e fósforo) que se encontra armazenado nos ossos e varia no decorrer da vida, e pode ser medida no corpo inteiro ou em segmentos (14–16). Sendo interpretada como o quociente da quantidade da massa mineral de um osso dividido

por sua área projetada em uma determinada direção, ela é expressa em gramas por centímetros quadrados (g/cm^2) (14,16).

Durante o crescimento, a deposição de mineral ósseo resulta em alterações na densidade do tecido ósseo cortical e trabecular, assim como na dimensão óssea, e pode sofrer várias influências como fatores étnicos, de gênero e pela maturidade (17).

A DMO aumenta em certas regiões do esqueleto cerca de 4% ao ano desde a infância até à adolescência tardia, momento em que grande parte da massa óssea é adquirida (18). Durante a adolescência, esse aumento da DMO deve-se à expansão do tamanho ósseo em função do crescimento físico e pelo aumento da espessura cortical (19). A DMO é comumente usada para prever o risco de fratura osteoporótica sem considerar a geometria do osso (20).

Nos ossos, a DMO determina a sua força (21) e a sua resistência (20), porém, alterações na microarquitetura, na remodelação e na mineralização óssea influenciam na qualidade do osso, que pode levar ao aumento do risco de fraturas por fragilidade, devido à baixa DMO (22,23).

No entanto, na literatura científica, alguns autores apresentam valores superiores de conteúdo mineral ósseo (CMO), MO e DMO em pessoas que praticam atividade física sistematizada, quando comparados aos de indivíduos sedentários e inativos (24,25).

Pico de Massa Óssea (PMO)

O Pico de Massa Óssea (PMO) é o máximo valor de CMO acumulado no tecido ósseo durante a vida, é entendido na literatura como o ponto específico no ciclo vital em que o esqueleto atinge seu desenvolvimento ideal (26).

O processo de maturação sexual influencia significativamente a quantidade máxima de MO obtida pelo adulto jovem, fato este que se deve ao crescimento normal e à interação de fatores hereditários e endócrinos (endógenos), assim como nutricionais e de atividade física (exógenos) (27).

Tanto na infância como na adolescência, ocorre incremento gradual da MO, sendo que nesta fase se atinge 90% do pico, com a predominância da formação em relação à absorção óssea (10), sendo um período importante para a resposta óssea em referência ao exercício físico (28).

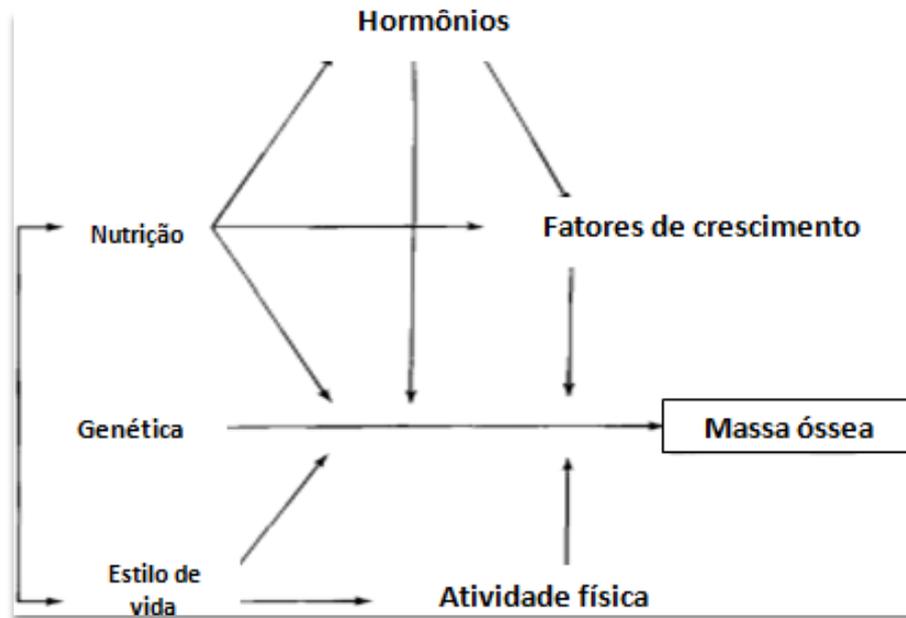


Figura 1- Relação entre genética, nutrição, hormônios, fatores de crescimento locais, e atividade física na regulação e mineralização óssea (adaptado de Carrascosa, *et al.*, 1995) (29).

Para alguns autores, o PMO diz respeito ao grau mais elevado de MO que se pode atingir, resultante de um desenvolvimento normal, em geral por meado dos 18 anos de idade, sendo este o processo que define a resistência ou vulnerabilidade para ocorrer fratura (18).

Já outros autores, sugerem que o PMO ocorre entre os 20 e 30 anos de idade (10), logo após ocorrer o pico de crescimento da altura (30). No entanto, há relatos na literatura que o pico de DMO ocorreria em média aos 22 anos, enquanto o de CMO sucederia em média aos 26 anos (31).

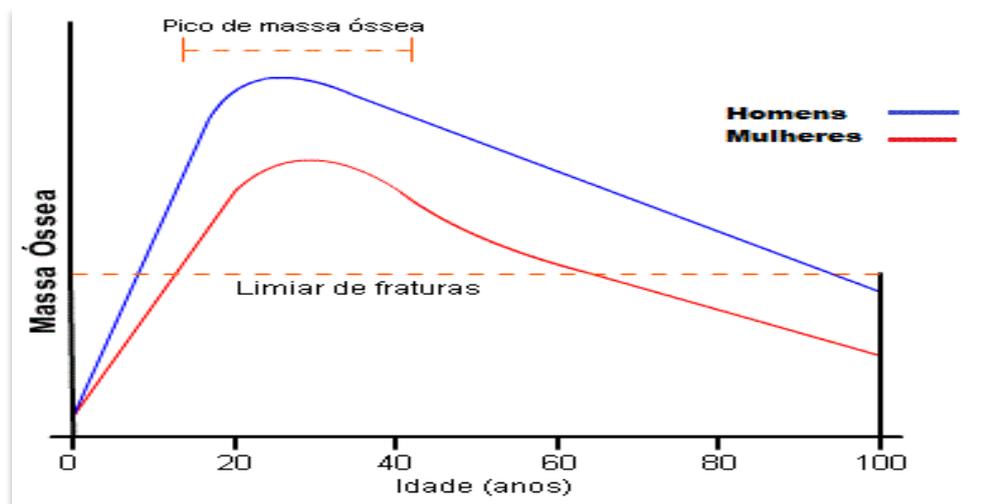


Figura 2- Comportamento da massa óssea ao longo da vida (32).

Relação entre exercício físico e composição corporal

A prática de exercícios físicos e o aumento da aptidão física indicam benefícios positivos e tendem a elevar os níveis de qualidade de vida, saúde mental e a redução da mortalidade por doenças cardiovasculares, diferentemente, em indivíduos sedentários (33). No entanto, as diretrizes da Organização Mundial da Saúde, preconizam o valor e a importância de realizar de forma regular atividades com características aeróbicas e de fortalecimento muscular, levando em conta a frequência, intensidade e duração, já que, para obter resultados satisfatórios (33), é necessário a interação destes fatores para produzir o efeito do treinamento (34).

Por isso, a prática regular de atividades físicas sistematizadas, promovem adaptações biológicas tanto em fatores relacionados a saúde, quanto na composição corporal (35,36), aumento da massa muscular, funcionalidade, potência, resistência muscular e redução da massa gorda (37,38).

Além disso, a prática de exercício físico influencia nos parâmetros de massa óssea (39) e de resistência óssea (40) uma vez que o osso é mais susceptível a carga mecânica relacionada a atividades de alto impacto. Nesse sentido, tanto o treinamento físico e a prática de modalidades esportivas com diferentes componentes fisiológicos e biomecânicos (i.e., saltos, corridas em diferentes intensidades, mudanças de

direção) indicam estímulos osteogênicos (41,42), porém, os efeitos dos esportes variam de acordo com a sua especificidade, que vão desde os que não suportam o peso corporal às atividades de alto, médio e baixo impacto (43).

Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro (EsPCEEx)

O Colégio Militar de Porto Alegre foi fundado em 1912 pelo Marechal Hermes da Fonseca, Presidente da República. Em 1939, a instituição de ensino foi transformada na Escola Preparatória de Porto Alegre (EPPA), dando início ao ensino preparatório para o Exército Brasileiro (44,45).

Em 1940, o governo de São Paulo manifestou interesse em abrir uma escola preparatória em seu território de acordo com as diretrizes da EPPA. Este interesse começou a resolver as dificuldades encontradas pela EPPA no recrutamento e obtenção de novos alunos e com a possibilidade do Brasil enviar tropas para a Segunda Guerra Mundial (44,45).

Em 1940 e 1942, foram criadas a Escola Preparatória de São Paulo (EPSP) e a Escola Preparatória de Fortaleza (EPF). Por dificuldades para construir o novo prédio em um curto espaço de tempo, a sede provisória da EPSP esteve localizada no atual local do Hospital Sírio-Libanês. O curso EPSP começou em 2 de junho de 1941. As instalações cedidas pelo governo de São Paulo foram ocupadas até 1958. No final daquele ano, a EPSP foi transferida para a nova sede em Campinas (SP), quando passou a se chamar Escola Preparatória de Campinas (EPC). Em 1967, devido à extinção dessas duas escolas, a EPC passou a se chamar Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro (EsPCEEx), sua denominação permanece até os dias de hoje (44,45).

A EsPCEEx, localizada na cidade Campinas (São Paulo - Brasil), é um estabelecimento de educação militar com propósito de ser a primeira etapa na formação do oficial combatente de carreira do exército brasileiro, assim o primeiro ano de formação do Oficial de Carreira da Linha de Ensino Militar Bélico é realizado na

EsPCEEx e os outros quatro anos restantes de estudo são cumpridos na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) (46).

O ingresso à EsPCEEx é realizado por meio de um concurso público, direcionado para jovens brasileiros, com idade entre 17 a 22 anos, que tenham concluído o 3º ano do ensino médio (46). No ano de 2017, a ExPCEEx, iniciou a oferta de 40 vagas para postulantes mulheres, portanto atualmente a escola recebe alunos de ambos os sexos. Os candidatos, devem passar por um processo de admissão para garantir que são capazes de executar eficientemente qualquer atividade proposta a eles, como também têm que provar que são saudáveis mediante o processo de avaliação, que consiste em três fases: (1ª) teste intelectual; (2ª) inspeção médica e (3ª) teste de esforço.

Na EsPCEEx, os alunos são submetidos a um regime de internato, em que todas as atividades escolares são controladas e regulamentadas por normas internas, incluindo os horários de aula, refeições, atividades físicas sistematizadas e atividades militares.

A rotina dos alunos da EsPCEEx começa às 6h. Durante o ano letivo, os alunos participam de atividades relacionadas à formação universitária e instruções teóricas e práticas relacionadas às questões militares. Além disto, o treinamento físico é regular, sistematizado (54) e é realizado todos os dias.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar as alterações do treinamento físico militar convencional e das modalidades esportivas na composição corporal, no desempenho físico, na massa e na geometria ósseas em alunos do sexo masculino da Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro (EsPCEx).

Objetivos específicos

Capítulo 1: “Avaliar o efeito do treinamento físico militar (TFM) convencional na composição corporal, na massa e na geometria ósseas e no desempenho físico e suas inter-relações”.

Capítulo 2: “Avaliar a relação da prática de diferentes modalidades esportivas na composição corporal, na massa e geometria ósseas e no desempenho físico e suas inter-relações”.

METODOLOGIA

Amostra

Partiu-se de uma amostra de conveniência composta por alunos que ingressaram à EsPCEX (Campinas, Brasil) entre os anos de 2014 e 2016, com idades entre 17 e 22 anos. Os critérios de inclusão foram: a) ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o formulário da coleta de dados. Os critérios de exclusão foram: a) não ter realizado as duas coletas de dados exigidas e b) apresentar as análises ósseas completas de todas as regiões (corpo total, coluna e fêmur), ou por motivo de procedimentos internos de trabalho em escala, seja por motivo de lesão impossibilitando o aluno de dar continuidade na rotina de treinamento e atividades militares.

Desenho do Estudo

Estudo longitudinal aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (CAAE: 54037316.0.0000.5404). Foram realizadas as avaliações no início do período de treinamento (T0), entre os meses de março e abril, e no final do período (T1), entre os meses de novembro e dezembro.

Medidas antropométricas e composição corporal

O peso corporal (kg) foi medido por meio de uma balança da marca Filizola *Electronic*, a altura pelo estadiômetro vertical convencional com precisão de 1 milímetro da marca *Holtain Ltd, Crymych*, Reino Unido, seguindo os protocolos recomendados (47). O índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) também foi calculado a partir dessas medidas.

Para avaliação da composição corporal (MM e MG em kg) e variáveis ósseas, densidade mineral óssea (DMO, em g/cm^2), conteúdo mineral ósseo (CMO em g) de corpo total, coluna lombar (L1-L4), colo do fêmur direito, utilizou-se o

equipamento *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DXA), modelo iDXA (GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EUA), com detectores do tipo *fan beam*.

Após a avaliação, os dados foram analisados pelo *software enCORE 2011*, versão 13.60 (GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EUA). A confiabilidade dos dados é assegurada por calibrações diárias com controle de qualidade dos exames realizados e um único avaliador realizou todas as análises, utilizando a mesma técnica em todas as medições.

A aquisição das imagens e a análise foram realizadas de acordo com o protocolo da “*The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Acquisition of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition and Considerations Regarding Analysis and Repeatability of Measures* (48). Além disso, o posicionamento e a colocação adequada das regiões de interesse seguiram as especificações recomendadas pelo fabricante.

Geometria óssea

As variáveis da estrutura geométrica de fêmur direito foram obtidas por meio do programa *Advanced Hip Assessment* que extrai os valores das propriedades geométricas da estrutura óssea do fêmur (49), um importante indicador para determinar a força do osso e o risco de fratura. As imagens foram analisadas usando o *iDXA GE Lunar Advanced Hip Structural Analysis*, que se encontra no aparelho DXA e foi desenvolvido originalmente por Beck e colaboradores (50).

As variáveis geométricas estimadas foram: Índice de Força do Fêmur (IFF), um indicador da resistência à fratura do grande trocânter, a *Section modulus* (Z , em mm^3), um indicador da força do osso em resistir a flexão e torsão, o *Cross-Sectional Moment of Inertia* (CSMI, em mm^4), um índice de rigidez estrutural, e a *Cross-Sectional Area* (CSA, em mm^2), que indica a resistência às cargas direcionadas ao longo do eixo do fêmur (51).

As avaliações das medidas antropométricas e composição corporal foram realizadas no Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento (LabCreD) no Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da UNICAMP.

Treinamento Físico Militar (TFM)

O treinamento físico militar, a que são submetidos os alunos, seguiu o programa de atividade física sistematizada, pelo Manual de Treinamento Físico Militar do Exército Brasileiro (EB20-MC-10.350) (52), em que tem como objetivo fomentar a manutenção preventiva da saúde; desenvolver, aprimorar, manter ou recuperar a condição física total do militar e assim colaborar no desenvolvimento de seus atributos morais (53). Em caso de queixas relacionadas a seu estado de saúde, os alunos são orientados a buscar o serviço de saúde da escola, onde é feita uma avaliação pelo médico responsável e caso haja a necessidade é encaminhado para tratamento fisioterápico (54), ressalta-se também, que no dia que é realizado o teste de aptidão física os alunos não fazem nenhuma outra atividade ou treinamento no mesmo dia.

Após a 1ª avaliação, os alunos iniciam o programa de treinamento físico militar (TFM), que é estruturado com cinco sessões semanais (de segunda a sexta-feira), sendo divididas e periodizadas em: (1ª) duas sessões de treinamento cardiorrespiratório (corrida); (2ª) duas sessões de treinamento neuromuscular e uma sessão de natação. Cada sessão teve duração de 90 minutos (dois tempos de instrução, com 45 min cada) conforme o modelo da 12ª semana de TFM (55).

Como forma de treinamento cardiorrespiratório, utiliza-se a corrida contínua e intervalada (52). A corrida contínua é realizada durante todo o período de treinamento e sua distância variou de 4000m a 7000m. A corrida intervalada ocorre somente após a 10ª semana de treinamento, executada com distâncias de 400m e 1000m. Já o trabalho neuromuscular do TFM, procura por meio de uma carga de exercícios gradual proporcionar a adaptação, melhora da coordenação e recrutamento

de unidades motoras, para posterior incremento de carga. E a natação, que tem por objetivo o desenvolvimento da resistência aeróbica e pode ser realizada como complemento do treinamento da corrida contínua ou, na situação de militares lesionados (52). Também, são realizadas sessões de ginástica básica (exercícios calistênicos) e de treinamento em circuito (55).

Data	Horário	Cia de Cadetes		
		1 Cia	2 Cia	3 Cia
Seg	16:00 17:30	Alongamento / aquecimento Treinamento em circuito (1 passagem para 30s) Corrida por cia 3km (6'00") Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Corrida contínua por Gp Gp A: 4 km em 19'00" min (4'45") Gp B: 4 km em 20'00" min (5'00") Gp C: 4 km em 21'20" min (5'20") Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Natação (Assunto 2) Treinamento de Atletas
Ter	16:00 17:30	Alongamento / aquecimento Corrida contínua por Gp Gp A: 6 km em 31'30" min (5'15") Gp B: 6 km em 33'00" min (5'30") Gp C: 6 km em 35'00" min (5'50") Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Natação (Assunto 2) Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Corrida contínua por Gp Gp A: 4 km em 19'00" min (4'45") Gp B: 4 km em 20'00" min (5'00") Gp C: 4 km em 21'20" min (5'20") Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas
Qua	16:00 17:30	Alongamento / aquecimento Natação (Assunto 2) Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Corrida contínua por Gp Gp A: 6 km em 31'30" min (5'15") Gp B: 6 km em 33'00" min (5'30") Gp C: 6 km em 35'00" min (5'50") Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Treinamento em circuito (1 passagem para 30s) Corrida por grupo em Cia 3km (6'00") Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas
Qui	4:45 5:30	Alongamento / aquecimento Ginástica calistênica (7 repetições) Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Ginástica calistênica (7 repetições) Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Ginástica calistênica (7 repetições) Volta a calma / Alongamento/ Complemento Treinamento de Atletas
Sex	16:00 17:30	Alongamento / aquecimento Corrida contínua por Gp Gp A: 4 km em 19'00" min (4'45") Gp B: 4 km em 20'00" min (5'00") Gp C: 4 km em 21'20" min (5'20") Volta a calma / Alongamento/ Complemento * Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Treinamento em circuito (1 round – 30s) Corrida por cia 3km (6'00") Volta a calma / Alongamento/ Complemento * Treinamento de Atletas	Alongamento / aquecimento Corrida contínua por Gp Gp A: 6 km em 31'30" min (5'15") Gp B: 6 km em 33'00" min (5'30") Gp C: 6 km em 35'00" min (5'50") Volta a calma / Alongamento/ Complemento* Treinamento de Atletas
		*Abdominal supra	4 x 45 rep - 1' 30" de intervalo	
		*Flexões na Barra	5 x 4 rep - 1'30" de intervalo	
		*Flexões em apoio	4 x 10 rep - 1'30" de intervalo	

Figura 3: Quadro de trabalho semanal de TFM da EsPCex (55).

As sessões de exercícios calistênicos, são executadas para trabalhar a resistência muscular do militar por meio de exercícios localizados e de efeito geral, com o objetivo de desenvolver predominantemente a coordenação e a resistência muscular localizada. No início, a carga inicial é de cinco repetições por exercício, porém, à medida que ocorre a adaptação ao treinamento, o número de repetições aumenta de dois em dois, até chegar no máximo a 15 repetições (55).

A ordem dos exercícios é: “parada do apoio de frente” (isometria) (Figura 4); “mata borrão” (flexão dorsal) (Figura 5); “flexão de braços combinada” (direta e alternada) (Figura 6); “tesoura” (adução braços frontal) (Figura 7); agachamento (*squat*) (Figura 8); “sugado” (apoio no solo com combinado em pé) (Figura 9); “agachamento afundo” (uma perna à frente alternado) (Figura 10); abdominal supra (braços cruzados) (Figura 11); abdominal cruzado (cotovelo no joelho oposto) (Figura 12); abdominal infra (pernas em elevação) (Figura 13); “polichinelo” (salto com palmas acima da cabeça) (Figura 14) (52).



Figura 4: Exercício parada do apoio de frente (52).



Figura 5: Exercício “mata borrão” (flexão dorsal) (52).

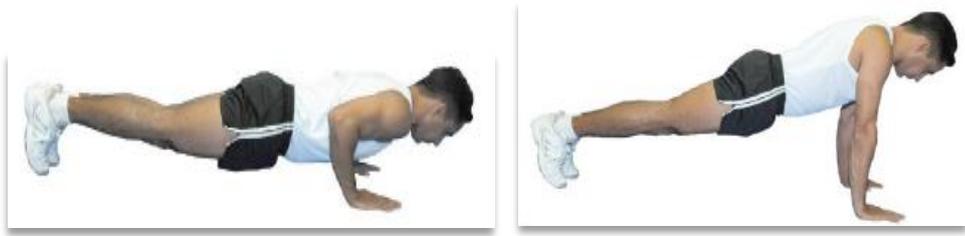


Figura 6: Exercício “flexão de braços combinada” (direta e alternada) (52).

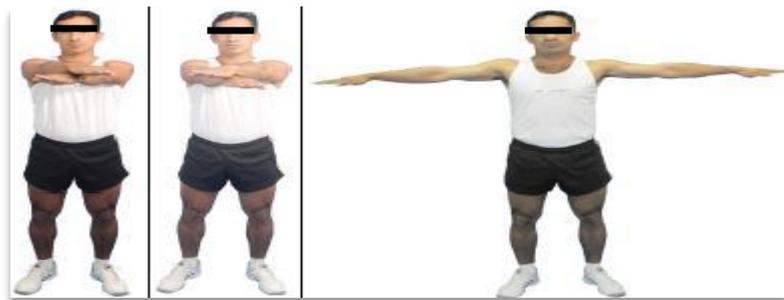


Figura 7: Exercício “tesoura” (adução braços frontal) (52).



Figura 8: Exercício agachamento (*squat*) (52).

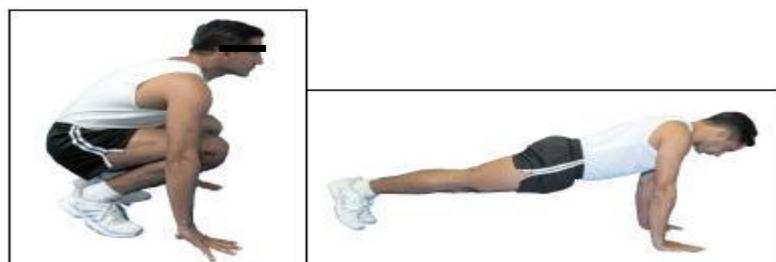


Figura 9: Exercício “sugado” (apoio no solo com combinado em pé) (52).



Figura 10:Exercício “agachamento afundo”(uma perna à frente alternado) (52).



Figura 11: Exercício abdominal supra (52).



Figura 12: Exercício abdominal cruzado (52).



Figura 13: Exercício abdominal infra (52).



Figura 14: Exercício “polichinelo” (52).

As sessões de treinamento em circuito, caracterizadas por meio de exercícios intercalados com intervalo ativo, são executadas com o objetivo de desenvolver, além das qualidades físicas de coordenação e resistência muscular localizada, a força. A carga de trabalho na pista de treinamento em circuito é determinada pelo tempo de cada exercício, número de voltas e peso do halter (55). Segundo Cirolini (55), a carga inicial do treinamento se caracteriza por “uma volta, 30s por exercício/30s de intervalo ativo; e peso do halter selecionado, individualmente, a partir de teste de repetição máxima”. Conforme os alunos se adaptam ao treinamento, a sobrecarga é aplicada, e pode ocorrer pelo aumento do peso do halter, número de voltas ou tempo de cada exercício/intervalo ativo (55).

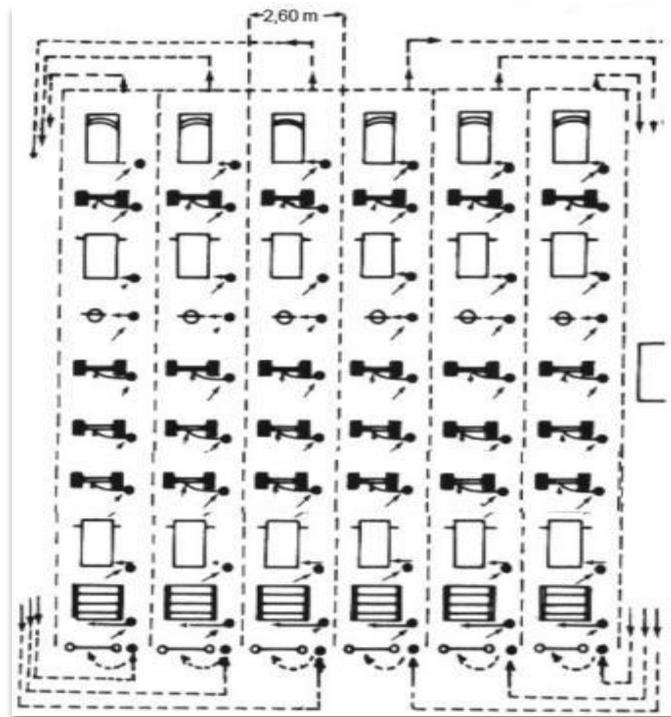


Figura 15: Pista de treinamento em circuito (52).

A pista em treinamento em circuito é composta por flexão na barra fixa (Figura 16); escada (Figura 17); abdominal supra (Figura 11); remada vertical (Figura 18); rosca direta (Figura 19); agachamento com peso (Figura 20); rosca punho inversa (tira prosa) (Figura 21); abdominal parafuso (Figura 22); supino (Figura 23); abdominal infra (Figura 13). Alternado com intervalo ativo entre cada aparelho, são somados os exercícios de polichinelo (Figura 14); pular corda; triângulo com apoio do braço unilateral (Figura 24); parada com apoio de frente (Figura 4) (52).



Figura 16: Exercício flexão na barra fixa (52).



Figura 17: Exercício escada (52).



Figura 18: Exercício remada vertical (52).



Figura 19: Exercício rosca direta (52).

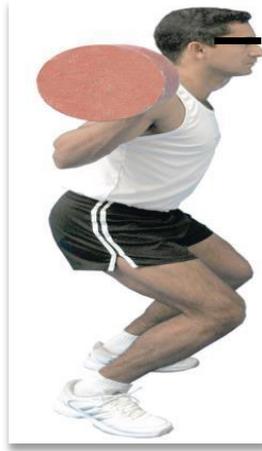


Figura 20: Exercício agachamento com peso (52).



Figura 21: Exercício rosca punho inverso (tira prosa) (52).



Figura 22: Exercício abdominal parafuso (52).



Figura 23: Exercício supino (52).



Figura 24: Exercício triângulo com apoio do braço unilateral (52).

Por fim, o treinamento da natação do Grupo TFM visou ambientalizar o aluno com o objetivo de adaptar-se ao meio aquático, proporcionando condições para executar corretamente a técnica do nado *crawl* para teste da natação em uma piscina de 50m.

Em relação à alimentação, todos os alunos realizam três refeições diárias obrigatórias (café da manhã, almoço e jantar), de segunda à sexta, durante praticamente todo o período do estudo, pois os alunos permanecem em regime de internato durante a semana, sendo liberados somente aos finais de semana (46,55). O cardápio das refeições é estruturado por uma nutricionista e varia conforme o dia da semana, sendo o mesmo para todos (46,55).

Modalidades esportivas

Através de competições internas, os atletas são selecionados para formarem a equipe representativa da EsPCEEx das diferentes modalidades, sendo os melhores atletas tecnicamente designados para participar de acordo com as suas modalidades. São designados a participar de treinamentos desportivos ao longo do período de treinamento até a competição entre as Escolas Preparatórias do Exército

(EsPCEEx), a Marinha (Colégio Naval) e a Aeronáutica (Escola Preparatória de Cadetes do Ar).

A frequência do treinamento esportivo seguiu a mesma organização do treinamento básico (cinco vezes por semana/ 90 minutos/dia), com frequência semanal de dois exercícios físicos específicos compostos pelas principais habilidades físicas de cada modalidade, duas de treinamento tático e resistido, com sobrecarga e uma de treinamento misto. Os atletas são regularmente submetidos a exames físicos obrigatórios para manter os índices de aprovação exigidos.

De acordo com o plano de treinamento específico de cada modalidade, os atletas receberam a orientação por profissionais, seguindo um programa de treinamento específico para cada esporte.

Modalidades:

- a) Atletismo: com provas de campo (arremesso de peso, dardo e disco, salto em altura e distância) e provas de pista (100m, 200m, 400m, 800m, 1500m, 3000m, revezamento 4x100m e 4 x 400m);
- b) Basquete: cada partida com duração de 40 min, dividida em quatro tempos de 10 minutos; São permitidas prorrogações de 5 minutos em caso de empates ao final de cada jogo. Cada escola joga contra as outras duas;
- c) Esgrima: distribuído em três categorias: o florete, a espada e o sabre;
- d) Futebol: cada escola joga contra outras duas atendo as regras oficiais do esporte;
- e) Judô: disputado nas categorias 60kg, 66kg, 73kg, 81kg, 90kg e absoluto. Nas competições por equipes, são permitidos cinco judocas, um em cada categoria de peso;
- f) Natação: nas categorias individuais: 50 e 100m nado livre, 100m nado costas, peito e borboleta, 200m nado “medley” e no estilo revezamento: 4 x 100 m nado livre e 4 x 100 m quatro estilos, em uma piscina de 50m;

- g) Orientação: prova de deslocamento em campo rupestre (dois percursos: curto 25 minutos e outro longo de 60-70 minutos, com nível de dificuldade da categoria H21B, considerando o menor tempo do percurso);
- h) Triatlon militar: natação utilitária 50m com quatro obstáculos, lançamento de peso e corrida de 3000m em percurso rupestre;
- i) Tiro: modalidade de precisão com carabina de ar comprimido a dez metros do alvo. Prova disputada por somatória de pontos individuais e coletivos;
- j) Voleibol: cada partida é disputada em melhor de cinco sets. Cada escola joga contra as outras duas, onde prevalece o critério de desempate;
- k) Xadrez: duração de até 21 minutos para cada jogador.

Apesar da oportunidade de realizarem treinamentos nas diversas equipes, todos os alunos são avaliados nos testes de aptidão física, realizados duas vezes por ano: em junho e novembro.

Formato da tese

Foi utilizado o formato alternativo para o delineamento desta tese.

RESULTADOS

CAPÍTULO 1

Relação do treinamento físico militar com a composição corporal, massa e geometria ósseas e desempenho físico em cadetes do Exército Brasileiro.

Camila Justino de Oliveira Barbeta¹, Raiany Rosa Bergamo¹, Juan Eduardo Samur-San-Matin^{1,2}, Anderson Marques de Moraes^{1,4}, Ezequiel Moreira Gonçalves¹, Gil Guerra Junior¹.

1. Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento (LabCreD), Centro de Investigação em Pediatria (CIPED), Faculdade de Ciências Médicas (FCM), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.

2. Faculdade Anhanguera – Unidade 4, Campinas, São Paulo, Brasil.

4. Faculdade de Educação Física (FAEF), Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCCAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.

Correspondência:

Camila Justino de Oliveira Barbeta

Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento (LabCreD), Centro de Investigação em Pediatria (CIPED), Faculdade de Ciências Médicas (FCM), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Rua Tessália de Vieira de Camargo 126, Cidade Universitária Zeferino Vaz

CEP: 13083-887

Campinas – São Paulo – Brasil

e-mail: cacabarbeta@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: O Treinamento Físico Militar (TFM), realizado na Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro, tem como objetivo o desenvolvimento das capacidades físicas fundamentais para o serviço militar. **Objetivo:** Avaliar o efeito do Treinamento Físico Militar (TFM) na composição corporal, na massa e na geometria ósseas e no desempenho físico suas inter-relações. **Casuística e métodos:** Estudo longitudinal com 320 alunos (todos homens) de 17 a 22 anos. A primeira coleta (T0) foi realizada antes do início do período de TFM (março e abril) e a segunda coleta (T1) (outubro e novembro) após 34 semanas. Foram avaliadas as variáveis antropométricas (peso, altura e IMC), composição corporal [massa gorda (MG), massa magra (MM) e massa óssea [densidade mineral óssea (DMO) e conteúdo mineral óssea (CMO)] e geométricas (índice de força do fêmur- IFF, índice de força óssea- Z, índice de rigidez estrutural do fêmur- CSMI e resistência de carga ao longo do eixo ósseo- CSA) por meio do equipamento *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DXA). A aptidão física foi avaliada pelos testes de barra fixa, flexão de braço, abdominal e natação. Para verificar as diferenças entre as variáveis, foram utilizados o teste t e o teste de *Wilcoxon*. Para verificar a influência do treinamento físico nas variáveis ósseas, foi utilizado o *Generalized Estimating Equation Model* (GEE). **Resultados:** Após 34 semanas de TFM, foram observadas diferenças significativas, com valores superiores em T1, para peso ($p=0,001$), IMC ($p=0,001$), MM ($p=0,001$) para todas as variáveis de massa óssea, com significância de $p=0,001$, exceto para Colo DMO ($p=0,056$), assim como para os índices geométricos, Z ($p=0,013$), CSMI ($p=0,004$) e CSA ($p=0,027$), e para todas as variáveis de aptidão física ($p=0,001$). Observou-se correlações altas e moderadas da estatura, peso e MM com todas as variáveis de massa e geometria ósseas. Após ajuste pelas variáveis de confusão (estatura, MM e testes de aptidão física) não foram observados efeitos do período de treinamento (T0xT1) sobre as variáveis ósseas e geométricas, no entanto, para entender quais seriam as outras variáveis que poderiam ter relação com treinamento, por isso foi observado o efeito positivo para MM ($p=0,001$) e a natação ($p=0,022$) com DMO total; MM ($p=0,042$) e natação ($p=0,025$) com CMO total; MM ($p=0,001$) com DMO e CMO de colo; e MM ($p=0,001$) com Z, com CSA ($p=0,001$) e CSMI ($p=0,001$). **Conclusão:** Após 34 semanas de TFM, não foi observado efeito do treinamento nos parâmetros ósseos. Quanto à aptidão física, houve melhora no desempenho dos testes. A MM influenciou significativamente na massa e na geometria ósseas.

Palavras-chaves: militares; exercício; osso; densitometria; composição corporal; aptidão física.

ABSTRACT

Introduction: Military Physical Training (MFT), carried out at the Cadets Preparatory School of Brazilian Army, aims to develop fundamental physical capabilities for military service. Objective: Evaluate the effect of military physical training (MFT) on body composition, bone mass and bone geometry and physical performance and their interrelationships. **Casuistry and methods:** Longitudinal study, with a sample of 320 students (all male), aged between 17 to 22 years. The first data collection (T0) was performed before the beginning of the MFT period (March and April) and the second collection (T1) (October and November), after 34 weeks. Anthropometric variables (weight, stature and BMI), body composition [fat mass (FM), lean soft tissue (LST) and bone mass [bone mineral density (BMD) and bone mineral content (BMC)] and geometric variables (femoral strength index - IFF, section modulus - Z, structural stiffness index of the femur – CSMI, and load resistance along bone axis - CSA) using Dual Energy X- Ray Absorptiometry (DXA) equipment. Physical fitness was assessed by tests of pull-up, push-up, sit-up and swimming. To verify the differences between variables, the t test and the Wilcoxon test were used. To verify the influence of the physical training on bone variables, the Generalized Estimation Equation Model (GEE) was used. **Results:** After 34 weeks of MFT, significant differences were observed, with higher values in T1, for weight ($p=0.001$), BMI ($p=0.001$), LST ($p=0.001$), for all bone mass variable, with significance of ($p<0.001$), except for femoral neck BMD ($p=0.056$), as well for the geometric indices, Z ($p=0.013$), CSMI ($p=0.004$) and CSA ($p=0.027$), and for all physical fitness variables ($p=0.001$). There were high and moderate correlations of stature, weight and LST with all bone mass and bone geometry variables. After adjusting for the confounding variables (stature, LST and physical fitness tests) no effects of the training period (T0 x T1) on the bone mass and bone geometry variables were observed, however, to understand which would be the other variables that could be related to training, so it was observed a positive effect for LST ($p=0.001$) and swimming ($p=0.022$) with total BMD; LST ($p=0.042$) and swimming ($p=0.025$) with total BMC; LST ($p=0.001$) with femoral neck BMD and BMC; and LST ($p=0.001$) with Z, CSA ($p=0.001$) and CSMI ($p=0.001$). **Conclusion:** After 34 weeks of MFT, there was no effect of training on bone parameters. As for physical fitness, there was an improvement in the performance of the tests. LST significantly influenced bone mass and bone geometry.

Keywords: military; exercise; bone; densitometry; body composition; physical fitness.

INTRODUÇÃO

A prática de exercício físico tem sido o foco de interesse em diversas áreas da saúde, visto que é vital para a sua promoção (1), pois estimula alterações na massa magra (MM) e na massa óssea (2). Nesse sentido, sua prática, por meio das contrações musculares, promove benefícios osteogênicos, em que o acúmulo mineral ósseo contribui tanto para a manutenção quanto para o aumento da densidade mineral óssea (DMO) (3), uma vez que o osso possui a capacidade de se regenerar e de alterar suas propriedades por meio dos estímulos mecânicos (4).

As atividades com características de resistência e de treinamento aeróbio indicam efeitos positivos na composição corporal (5) com aumento da MM e diminuição da massa gorda (MG) (5), além disso, requerem aplicação de estresse mecânico mínimo, o que contribui para a integridade esquelética, desempenhando um papel importante para a saúde (5).

O Treinamento Físico Militar (TFM) (6) tem por objetivo propiciar o desenvolvimento do corpo de forma geral, a manutenção da saúde, estimular a prática desportiva, cooperar para o desenvolvimento de atributos da área afetiva e assegurar que os alunos apresentem boa aptidão física e melhoras nos seus padrões de composição corporal (MM, MG e massa óssea), fundamentais para o serviço militar. As atividades propostas no Manual de Campanha (6) possuem características específicas de resistência e de treinamentos aeróbios e alguns estudos demonstraram efeitos positivos dessas atividades na composição corporal (5,7), enquanto outros apontaram que o exercício físico regular está diretamente associado às melhorias nos parâmetros da saúde (8).

A preparação dos alunos, para as rigorosas demandas físicas militares do treinamento diário e atividades do cotidiano (9), leva em conta sua saúde, seu condicionamento físico e o desenvolvimento e manutenção de suas capacidades físicas para o momento de atuação em futuras batalhas (9). Para alguns autores, esse tipo de treinamento pode influenciar os componentes da composição corporal (10), entre elas a massa e a geometria ósseas (11).

De acordo com os fatos apresentados e a importância de se aprofundar a questão sobre a influência positiva do exercício físico sistematizado para a saúde, tem-se como hipótese que, após o período de TFM, os alunos poderiam exibir alterações positivas na composição corporal, aptidão física e massa óssea. Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito do TFM na composição corporal, na massa e na geometria ósseas e no desempenho físico e suas inter-relações.

MÉTODOS

Amostra

Partiu-se de uma amostra de conveniência composta por alunos que aderiram à EsPCEEx (Campinas, Brasil) entre os anos de 2014 e 2016, para estabelecer o presente estudo em uma amostra final de 320 alunos com idades entre 17 e 22 anos. Os critérios de inclusão foram: a) ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o formulário da coleta de dados; e b) realizar apenas o TFM convencional. Os critérios de exclusão foram: a) pertencer às equipes esportivas e b) não ter realizado as duas coletas de dados exigidas, seja por meio de procedimentos internos de trabalho em escala seja por motivo de lesão impossibilitando o aluno de dar continuidade aos afazeres militares; e c) realizar as análises ósseas completas de todas as regiões (corpo total, coluna e fêmur).

Desenho do Estudo

Estudo longitudinal aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (CAAE: 54037316.0.0000.5404). Foram realizadas as avaliações no início do período de treinamento (T0), entre os meses de março e abril, e no final do período (T1), entre os meses de novembro e dezembro, com média de 34 semanas de TFM entre os anos 2014 (n: 87), 2015 (n: 169) e 2016 (n: 64). Para atender o objetivo dessa pesquisa, somente o grupo de alunos da EsPCEEx, que fazia o TFM convencional, foi avaliado e separado por tempo

de avaliação (T0 e T1). As avaliações foram realizadas no momento estabelecido e autorizadas pela direção da EsPCEEx.

Medidas antropométricas e composição corporal

O peso corporal (kg) foi medido por meio de uma balança da marca Filizola Electronic, a altura pelo estadiômetro vertical convencional com precisão de 1 milímetro da marca Holtain Ltd, Crymych, Reino Unido, seguindo os protocolos recomendados (12). O índice de massa corporal (IMC) (kg/m²) também foi calculado a partir dessas medidas.

Para avaliação da composição corporal (MM e MG em kg) e variáveis ósseas densidade mineral óssea (DMO, em g/cm²), conteúdo mineral ósseo (CMO em g) de corpo total, coluna lombar (L1-L4), colo do fêmur direito, utilizou-se o equipamento *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DXA), modelo iDXA (GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EUA), com detectores do tipo fan beam.

Após a avaliação, os dados foram analisados pelo software enCORE 2011, versão 13.60 (GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EUA). A confiabilidade dos dados é assegurada por calibrações diárias com controle de qualidade dos exames realizados e um único avaliador realizou todas as análises, utilizando a mesma técnica em todas as medições.

A aquisição das imagens e a análise foram realizadas de acordo com o protocolo da *“The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Acquisition of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition and Considerations Regarding Analysis and Repeatability of Measures* (13). Além disso, o posicionamento e a colocação adequada das regiões de interesse seguiram as especificações recomendadas pelo fabricante.

Geometria óssea

As variáveis da estrutura geométrica de fêmur direito foram obtidas por meio do programa Advanced Hip Assessment que extrai os valores das propriedades geométricas da estrutura óssea do fêmur (14), um importante indicador para determinar a força do osso e o risco de fratura. As imagens foram analisadas usando o iDXA GE Lunar Advanced Hip Structural Analysis, que se encontra no aparelho DXA e foi desenvolvido originalmente por Beck e colaboradores (15).

As variáveis geométricas estimadas foram: Índice de Força do Fêmur (IFF), um indicador da resistência à fratura do grande trocânter, a Section modulus (Z, em mm³), um indicador da força do osso em resistir a flexão e torção, o Cross-Sectional Moment of Inertia (CSMI, em mm⁴), um índice de rigidez estrutural, e a Cross-Sectional Area (CSA, em mm²), que indica a resistência às cargas direcionadas ao longo do eixo do fêmur (16).

As avaliações das medidas antropométricas e composição corporal foram realizadas no Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento (LabCreD) no Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da UNICAMP.

Testes de Aptidão Física

Para avaliar a aptidão física, foram utilizados quatro testes físicos, e o número máximo de repetições foi registrado ao final de cada teste. A ordem dos dias do teste era aleatoriamente determinada de acordo com cada companhia da escola.

1. Flexão na barra fixa: pegada em pronação, realizar a flexão dos braços até que o queixo ultrapasse completamente a barra e, descer o tronco até que os cotovelos fiquem completamente estendidos.
2. Flexão de braços sobre o solo (sem limite de tempo): adotar a abertura padronizada dos braços, com o corpo devidamente estendido, auxiliado com o apoio da porção superior dos pés. O teste inicia com o participante

abaixando o corpo, ou seja, flexionando os braços até o tórax tocar ao chão e em seguida voltar a posição inicial.

3. Abdominal supra: realizar a flexão abdominal até que as escápulas percam o contato com a mão do avaliador e retornar à posição inicial.
4. Natação (50m estilo livre): o teste inicia com o bloco de partida para salto e o estilo livre, em seguida nadar o mais rápido possível em qualquer estilo.

Treinamento físico militar (TFM)

As seções de treinamento que integram o TFM são diversificadas e proposta semanalmente (realizado 5 dias/ semana / 90 minutos/dia) (6): corrida (2 a 3 seções por semana de treinamento contínuo ou intervalo), natação (1 sessão por semana), ginástica básica (exercícios calistênicos) (1 sessão por semana), pista de treinamento em circuito (1 a 2 sessões por semana) e são realizadas de forma sistematizada e gradual, propostos pela seção de treinamento físico militar , não tendo a pesquisa nenhuma influência sobre esse planejamento.

Para seu controle e avaliação da consecução do treinamento, é realizado o teste de aptidão física duas vezes ao ano, no início e no final, sendo os resultados o reflexo do TFM (6).

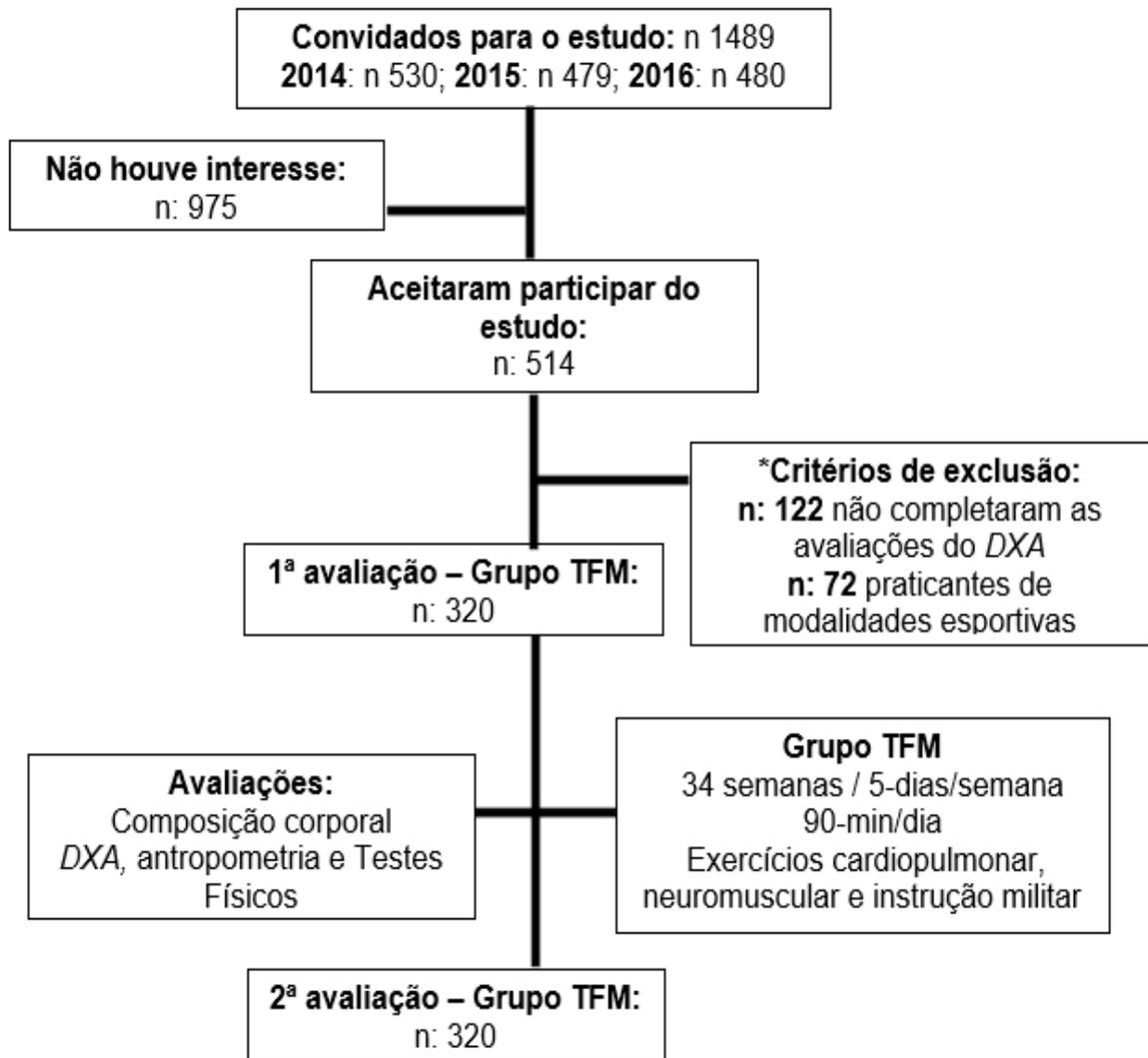


Figura 1 – Diagrama de etapas de avaliação do estudo

Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* SPSS IBM (versão 25.0 para *Windows*, Chicago, IL, EUA). A análise dos dados foi concluída em quatro etapas, como apresentada a seguir: 1) para análise dos dados de antropometria e composição corporal, foram utilizados o teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* e os testes t pareado e de *Wilcoxon* para verificar as diferenças entre o T0 e T1; 2) logo após, foi realizado o teste de coeficiente de correlação de postos de “rho de *Spearman*” das variáveis antropométricas, de composição corporal e aptidão física com as variáveis ósseas (DMO e CMO de corpo total, DMO e CMO

de L1L4, DMO e CMO de colo do fêmur, IFF, Z, CSMI e CSA). O grau do coeficiente de correlação foi classificado como muito forte (1,0-0,90), forte (0,89-0,70), moderado (0,69-0,50), fraco (0,49-0,30) e desprezível (0,30-0) (17); 3) dentre as variáveis que apresentaram correlações significativas; tanto no T0 quanto no T1, optou-se por utilizar a MM, estatura e idade como covariáveis, além das variáveis de aptidão física por serem indicadores do treinamento físico (i. e. variáveis de confusão); 4) o *Generalized Estimating Equation Model (GEE)* (Gama com link em log) foi utilizado para verificar o efeito do tempo (T0 x T1) sobre as variáveis de massa óssea e geometria óssea. Os resultados foram ajustados pelas variáveis de confusão, juntamente com os resultados de aptidão física, a fim de observar a sua influência sobre as variáveis dependentes. A significância foi estabelecida em $p < 0,05$.

RESULTADOS

As características antropométricas, composição corporal e de testes de aptidão física dos 320 alunos do Exército Brasileiro estão descritas na Tabela 1, divididas quanto ao momento de avaliação, T0 e T1 após 34 semanas de TFM. As variáveis antropométricas foram significativamente superior em T1 em relação a T0. Para composição corporal, todas as variáveis foram superiores em T1 em relação a T0, exceto para MG e IFF que não sofreram alterações durante o período avaliado.

Para as variáveis de aptidão física, a barra fixa, a flexão e o abdominal apresentaram valores superiores, ou seja, melhor desempenho em T1 em relação a T0. O mesmo foi observado para a natação, com uma redução expressiva no tempo do teste de -17,65 segundos entre T1 e T0.

Tabela 1. Características antropométricas, de composição corporal e teste de aptidão física nos momentos T0 e T1 em 320 alunos do Exército Brasileiro.

Variáveis	TFM (n= 320)								Δ		p
	T0				T1				Média	DP	
	Média	DP	Mínimo	Máximo	Média	DP	Mínimo	Máximo			
Idade (anos)	18,70	0,79	16,91	21,88	19,35	0,78	17,53	22,52	0,65	0,03	<0,001 [#]
Peso (kg)	69,68	8,87	49,20	100,40	71,19	8,07	50,50	99,00	1,51	3,00	<0,001 [#]
Estatura (cm)	175,98	6,32	159,60	199,50	176,14	6,32	159,80	200,00	0,17	0,98	0,002 [#]
IMC (kg/m²)	22,46	2,23	18,02	29,66	22,91	1,93	18,55	27,76	0,45	0,98	<0,001 [#]
MG (kg)	12,55	3,99	6,14	30,14	12,53	3,18	6,29	24,36	-0,02	2,33	0,186 [#]
MM (kg)	54,52	5,98	40,07	72,02	56,04	5,81	40,19	74,77	1,52	1,45	<0,001 [#]
Total DMO (cm²)	1,22	0,10	0,99	1,49	1,23	0,10	1,02	1,54	0,02	0,02	<0,001 [#]
Total CMO (g)	2979,97	373,65	2167,75	4052,82	3027,31	370,41	2201,88	4115,09	47,33	43,29	<0,001 [#]
L1-L4 DMO (cm²)	1,20	0,12	0,93	1,56	1,20	0,12	0,93	1,61	0,01	0,03	<0,001 [*]
L1-L4 CMO (g)	71,62	11,32	46,40	110,17	72,48	11,35	48,39	110,37	0,86	2,26	<0,001 [#]
Colo DMO (cm²)	1,24	0,15	0,86	1,67	1,25	0,15	0,91	1,71	0,02	0,08	0,056 [*]
Colo CMO (g)	6,28	0,88	4,29	8,96	6,32	0,82	4,57	9,07	0,04	0,39	0,001 [#]
IFF	1,90	0,53	1,10	8,20	1,87	0,40	1,10	3,20	-0,03	0,49	0,935 [#]
Z (mm³)	906,72	182,61	515,10	1558,60	943,17	535,28	512,80	10001,10	36,45	513,62	0,013 [#]
CSMI (mm⁴)	14797,86	3921,14	8117,00	37380,00	14903,09	3693,56	302,00	28103,00	105,23	2125,95	0,004 [#]
CSA (mm²)	196,61	28,68	134,00	276,00	198,39	27,79	137,00	272,00	1,78	14,31	0,027 [#]
Barra fixa (rep)	8,36	3,12	0,00	18,00	11,61	2,49	2,00	16,00	3,24	2,44	<0,001 [#]
Flexão (rep)	20,29	10,19	5,00	50,00	36,89	4,17	23,00	41,00	16,60	9,90	<0,001 [#]
Abdominal (rep)	59,06	19,34	26,00	125,00	82,02	6,68	34,00	91,00	22,97	17,98	<0,001 [#]
Natação (s)	56,92	42,98	31,00	200,00	39,27	5,91	28,00	63,00	-17,65	40,20	<0,001 [#]

Abreviações: DP- desvio padrão; TFM- treinamento físico militar; IMC- índice de massa; corporal; MG – massa gorda; MM– massa magra; DMO- densidade mineral óssea; CMO – conteúdo mineral ósseo; IFF – índice de força do fêmur; Z – índice de força óssea; CSMI-índice de rigidez estrutural do fêmur; CSA-resistência de carga ao longo do eixo ósseo; T0- primeira avaliação; T1-segunda avaliação; rep- repetições; s- segundos; g- gramas; Kg- quilos; mm²- milímetro ao quadrado; mm³- milímetro ao cubo; mm⁴- milímetro a quarta; n- amostra; p- significância; ^{*}Teste *t* pareado; [#]Teste de *Wilcoxon*; significância de ($p < 0,05$).

Na Tabela 2, são mostradas as correlações entre composição corporal e testes de aptidão física com as variáveis de massa óssea e geometria óssea no momento T1 em 320 alunos. Entre as variáveis antropométricas, o peso apresentou correlação positiva moderada com CMO total e forte com CMO L1-L4, e a estatura apresentou correlação positiva moderada com CMO total e CMO L1-L4.

Já para as variáveis de composição corporal, a MM apresentou correlação positiva moderada para CMO total, DMO e CMO L1-L4, Z e CSMI. As demais correlações foram fracas ou inexistentes.

Tabela 2. Correlações entre as variáveis antropométricas, composição corporal e aptidão física com a massa óssea e geometria óssea no final (T1) do período de TFM de 320 alunos do Exército Brasileiro.

Variáveis		T1									
		Total DMO (g)	Total CMO (g)	L1-L4 DMO (cm ²)	L1-L4 CMO (g)	Colo DMO (cm ²)	Colo CMO (g)	IFF	Z (mm ³)	CSMI (mm ⁴)	CSA (mm ²)
Idade (anos)	r	-0,038	-0,056	-0,064	-0,100	-,126*	-0,086	-0,109	-0,100	-0,099	-0,111*
	p	0,504	0,316	0,250	0,073	0,024	0,123	0,051	0,075	0,076	0,047
Peso (kg)	r	0,379**	0,581**	0,489**	0,721**	0,301**	0,443**	-0,192**	0,466**	0,466**	0,448**
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Estatura (cm)	r	0,177**	0,512**	0,243**	0,589**	0,187**	0,335**	-0,225**	0,387**	0,433**	0,337**
	p	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IMC (kg/m ²)	r	0,353**	0,345**	0,453**	0,469**	0,247**	0,317**	-0,072	0,303**	0,265**	0,324**
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,197	0,000	0,000	0,000
MG (kg)	r	0,203**	0,242**	0,235**	0,341**	0,093	0,177**	-0,189**	0,194**	0,199**	0,192**
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,098	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001
MM (kg)	r	0,392**	0,632**	0,516**	0,781**	0,333**	0,483**	-0,164**	0,515**	0,521**	0,491**
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
Barra Fixa (rep)	r	0,005	-0,054	-0,015	-0,108	-0,044	-0,016	0,195**	-0,009	0,000	-0,009
	p	0,932	0,333	0,784	0,053	0,437	0,776	0,000	0,871	1,000	0,878
Flexão (rep)	r	0,049	-0,049	0,017	-0,090	0,018	-0,014	0,132*	-0,063	-0,072	-0,009
	p	0,377	0,387	0,761	0,107	0,754	0,807	0,018	0,262	0,198	0,867
Abdominal (rep)	r	0,077	0,062	0,018	0,043	-0,051	-0,045	-0,106	0,014	0,021	-0,017
	p	0,172	0,267	0,744	0,444	0,364	0,420	0,057	0,809	0,710	0,765
Natação (s)	r	-0,088	-0,130*	-0,047	-0,104	-0,034	-0,030	0,038	-0,027	-0,018	-0,017
	p	0,115	0,020	0,407	0,064	0,547	0,596	0,502	0,625	0,745	0,759

Abreviações: DMO- densidade mineral óssea; CMO- conteúdo mineral ósseo; IMC- índice de massa corporal; MG- massa gorda; MM- massa magra; REP- repetições; s- segundos; IFF- índice de força do fêmur; Z- índice de força óssea; CSMI- índice de rigidez estrutural do fêmur; CSA- resistência de carga ao longo do eixo ósseo; T0- primeira avaliação; T1- segunda avaliação; g- gramas; Kg- quilos; mm²- milímetro ao quadrado; mm³- milímetro ao cubo; mm⁴- milímetro a quarta; p- significância; r =significância pela correlação de *Spearman*.

Os valores da análise das variáveis de massa óssea obtidos pela *GEE* estão descritos na Tabela 3. Não foram observados efeitos do período de treinamento (T0 x T1) sobre as variáveis de massa óssea (Tabela 3).

No entanto, outras variáveis apresentaram efeitos significativos, como: estatura, MM e teste de natação ($X^2_{Wald} = 17,365$; $p < 0,001$; $X^2_{Wald} = 149,418$; $p < 0,001$ e $X^2_{Wald} = 5,248$; $p = 0,022$) com o DMO total; e com o CMO total ($X^2_{Wald} = 4,140$; $p = 0,042$; $X^2_{Wald} = 303,712$; $p < 0,001$ e $X^2_{Wald} = 5,021$; $p = 0,025$), com DMO de L1-L4 ($X^2_{Wald} = 7,291$; $p = 0,007$; $X^2_{Wald} = 63,963$; $p < 0,001$ e $X^2_{Wald} = 11,088$; $p = 0,001$), CMO de L1-L4 ($X^2_{Wald} = 7,124$; $p = 0,008$; $X^2_{Wald} = 92,887$; $p < 0,001$ e $X^2_{Wald} = 12,277$; $p < 0,001$). A idade, a estatura e a MM mostraram efeitos significativos sobre a DMO de colo ($X^2_{Wald} = 5,725$; $p = 0,017$; $X^2_{Wald} = 4,680$; $p = 0,031$ e $X^2_{Wald} = 53,583$; $p < 0,001$); E a MM para o CMO de colo ($X^2_{Wald} = 94,666$; $p < 0,001$).

Tabela 3. Valores da *GEE* das variáveis de massa óssea divididas por tempo em 320 alunos do Exército Brasileiro.

Massa óssea								
T0				T1				p
Média	EP	Wald (IC 95%) LI LS		Média	EP	Wald (IC 95%) LI LS		
DMO Total (g/cm²)								
1,22	0,007	1,21	1,24	1,23	0,007	1,21	1,24	0,825
CMO Total (g)								
2983,98	21,058	2942,98	3025,54	2992,83	18,42	2956,94	3029,16	0,782
DMO L1-L4 (g/cm²)								
1,20	0,102	1,18	1,22	1,19	0,105	1,17	1,21	0,410
CMO L1-L4(g)								
72,30	0,767	70,81	73,82	71,00	0,799	69,45	72,58	0,312
DMO Colo (g/cm²)								
1,23	0,012	1,21	1,26	1,26	0,125	1,23	1,28	0,220
CMO Colo (g)								
6,25	0,633	6,12	6,37	6,31	0,620	6,19	6,43	0,488

Abreviações: T0- primeira avaliação; T1- segunda avaliação; IC- intervalo de confiança; LI- limite inferior; LS- limite superior; EP- erro padrão; DMO- densidade mineral óssea; CMO- conteúdo mineral ósseo; g- gramas; mm- milímetros; cm²- centímetro ao quadrado; p- significância. As covariáveis que aparecem no modelo são fixas nos seguintes valores: Idade=19,02; Estatura (m) = 1,76; Massa magra (kg)= 55,28; Barra fixa (rep)= 9,98; Flexão (rep)= 28,59; Abdominal (rep)= 70,54; Natação (min)= 48,10; *Teste de Generalized Estimating Equation Model.*

Com relação aos valores da análise das variáveis de geometria óssea (Tabela 4) obtidos pela *GEE*, não foram observados aumentos significativos no período estudado.

Entretanto, foram observados efeitos positivos significativos de outras variáveis, como: o teste de aptidão da barra fixa e da estatura sobre a IFF ($X^2_{Wald} = 8,924$; $p = 0,003$ e $X^2_{Wald} = 5,107$; $p = 0,024$), respectivamente; e o efeito da MM sobre o Z ($X^2_{Wald} = 69,079$; $p < 0,001$), CSMI ($X^2_{Wald} = 76,144$; $p < 0,001$) e CSA ($X^2_{Wald} = 117,432$; $p < 0,001$).

Por fim, os resultados mostraram que a MM foi a variável que mais influenciou tanto os parâmetros de massa óssea quanto os de geometria óssea.

Tabela 4. Valores da *GEE* das variáveis de geometria óssea dividida por tempo em 320 alunos do Exército Brasileiro.

	Geometria óssea								p
	T0				T1				
	Média	EP	Wald (IC 95%)		Média	EP	Wald (IC 95%)		
		LI	LS			LI	LS		
IFF									
	1,92	0,056	1,81	2,03	1,84	0,042	1,76	1,93	0,392
Z (mm³)									
	918,69	18,27	883,56	955,23	919,60	20,407	880,46	960,48	0,968
CSMI (mm⁴)									
	14928,45	306,657	1439,36	1541,75	14447,07	264,589	13964,66	15002,05	0,332
CSA (mm²)									
	195,99	2,092	191,94	200,14	197,71	2,085	193,67	201,84	0,612

Abreviações: T0- primeira avaliação; T1- segunda avaliação; EP- erro padrão; IC- intervalo de confiança; LI- limite inferior; LS- limite superior; IFF- índice de força do fêmur; Z- índice de força óssea; CSMI- índice de rigidez estrutural do fêmur; CSA- resistência de carga ao longo do eixo ósseo; mm²- milímetro ao quadrado; mm³- milímetro ao cubo; mm⁴- milímetro a quarta; p- significância. As covariáveis que aparecem no modelo são fixas nos seguintes valores: Idade= 19,02; Estatura (m)= 1,76; Massa magra (kg)= 55,28; Barra fixa (rep)= 9,98; Flexão (rep)= 28,59; Abdominal (rep)= 70,54; Natação (min)= 48,1; *Teste de Generalized Estimating Equation Model.*

DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a relação do TFM com a composição corporal, na massa e geometria ósseas e desempenho físico e suas inter-relações em jovens militares. Não houve efeito do período de treinamento nas variáveis ósseas. Entretanto, o TFM promoveu o aumento da MM e esta, por sua vez, influenciou diretamente na massa óssea. Além disso, constatou-se efeitos relevantes da estatura, aumento do peso e da MM.

O primeiro ano de ingresso do futuro militar do Exército Brasileiro envolve grandes mudanças, como, por exemplo, o aumento do exercício físico, os afazeres militares e as mudanças na dieta, o que resulta em efeitos significativos na composição corporal. Além disso, nesse caso, os militares encontram-se em fase final de crescimento, portanto a diferença encontrada entre a altura no T0 e no T1, apesar de significativa, sem importância biológica.

Nessa perspectiva, são claramente reconhecidos os efeitos positivos na composição corporal (11,18), e nesse contexto, no presente estudo, foram observados

os aumentos do peso e do volume muscular resultante dos estímulos do TFM. A mesma situação foi observada nas pesquisas de Mikkola et al. (18), realizadas com finlandeses do serviço militar e Mattila et al. (11), com soldados recrutas, ambos os estudos indicando o aumento na MM.

Essa relação pode estar diretamente associada às características do TFM (e. g. tempo, intensidade e volume de trabalho) (6), assim como o estímulo ofertado pode ter sido suficiente para se obter o efeito positivo desejado, visto que esse aumento evidente da MM é uma importante variável que está relacionada diretamente ao desempenho físico, uma vez que auxilia em atividades que envolvem força, potência e resistência muscular. Com isso, com o ganho de MM aliado ao aumento dos índices do TAF nesse período de prática, é possível supor que as mudanças observadas foram ocasionadas pelo treinamento, bem como a modulação adequada de exercícios durante longos períodos a fim de melhorar a composição corporal.

Outro efeito considerável encontrado nesse estudo foi a redução expressiva de -17,65s em uma piscina de 50m no tempo do teste de natação no final do período de TFM. Para nosso conhecimento, o presente estudo foi o primeiro a avaliar a evolução da aptidão física do nado a partir de um programa de TFM longitudinal. Com isso, pode-se pressupor, que em situações de combate se faz necessária a transposição de ambientes aquáticos e sua própria adaptação, com melhoras significativas de aptidão no ambiente aquático. É importante ressaltar que a EsPCEEx recebe alunos oriundos de todas as regiões do país e possuem diferentes níveis socioeconômicos, o que justifica, que nem todos os alunos têm acesso à piscina, onde propicia-se uma carga de exercícios gradual visando à adaptação de todos.

Nesse sentido, a ação muscular sobre os parâmetros ósseos no período de 34 semanas de TFM foi suficiente para provocar mudanças significativas na DMO e o CMO de corpo total com a prática da natação, uma vez que essa atividade envolve a musculatura global. No entanto, apesar da literatura apresentar dados controversos

sobre a influência da natação na massa óssea devido ao baixo impacto (19), diversos estudos apresentam resultados positivos sobre a sua prática (20), como no caso do estudo de Derman et al. (20), que enfatiza a importância da natação na promoção da saúde esquelética. Porém, salienta-se que, apesar dos efeitos positivos encontrados da natação nos parâmetros ósseos, os alunos também realizavam atividades de corrida e neuromuscular, o que sugere que possa haver uma interferência desta modalidades também no tecido ósseo.

Outro resultado significativo foi a relação positiva encontrada entre a MM e os índices geométricos Z, CSMI e CSA que estão intimamente ligados ao aumento da aptidão física, MM e massa óssea. A MM é um forte preditor dos índices geométricos (21) que indica a adaptação da geometria e força para resistir os desafios das forças musculares (22). Em vista disso, presume-se que há resposta óssea adaptativa à carga mecânica induzida pela contração muscular e pela atividade de sobrecarga corporal (23). Além da força muscular e das cargas mecânicas proporcionadas pelo suporte de peso, a prática esportiva (24) pode influenciar tanto na massa óssea (2), quanto, também, na resistência óssea (25).

Os efeitos citados acima estão relacionados positivamente à resistência óssea, que é a capacidade do osso em resistir às fraturas ocasionadas pela força de cargas, principalmente pela tensão axial e flexão do osso, sendo também influenciada pela DMO, geometria óssea (25), arquitetura e por forças mecânicas que estimulam as funções coordenadas de osteoblastos e osteoclastos para preservar a resistência estrutural do osso (26). Assim, a melhoria da resistência óssea do fêmur pode estar perto do ideal quando relacionada à carga de alto impacto em jovens adolescentes (27), ou em atividades que promovam alteração na massa óssea, mesmo que de baixo impacto, tornando-se fator preventivo nas doenças ósseas nas idades mais avançadas.

Por fim, a relação positiva encontrada entre o teste de aptidão da barra fixa e IFF caracterizam a resistência neuromuscular, sob a capacidade de força (28) e são

relacionadas às atividades militares. Se o militar estiver em batalha e precisar transpor-se de um local a outro utilizando o peso do próprio corpo, sugere-se que ele o faça com o auxílio dos músculos abdominais, pois quando esses músculos são estimulados por meio de exercícios do “core” (músculos profundos do abdômen) que estabilizam a coluna, a pelve e o quadril (29) e proporcionam coordenação aos movimentos (30). com isso essa relação positiva encontrada com IFF e teste de aptidão da barra fixa, indica que quando há um trabalho de resistência, principalmente isométrica em cima do core, essa ação da musculatura também promove estímulos ósseos.

A importante capacidade de estabilização da região lombo-pélvica auxilia na manutenção da postura adequada do tronco e do quadril, como preconizado pelo Manual de Campanha, que presa pelo movimento correto na execução e não permite utilizar as pernas (‘galeios’, ‘pedaladas’) no ar a fim de ajudar na subida.

O TFM, com suas características específicas, auxilia na obtenção de resultados otimistas para composição corporal, uma vez que são adquiridos de forma gradual e progressiva, em razão das funções do oficial combatente do Exército, sua atenção com a composição corporal e desempenho físico é constantemente notada, já que se exige boa condição física em função das necessidades militares.

Limitações

No regime de internato, durante a semana, ocorre o controle da alimentação, pois os alunos são submetidos ao mesmo cardápio nas três principais refeições diárias (café, almoço e jantar). Não há, contudo, o controle da alimentação nos fins de semana. Apesar da falta de controle na alimentação, observou-se que não houve alteração da massa gorda e houve aumento da massa magra que é um indicativo positivo do TFM sobre a composição corporal.

Pontos fortes

A amostra foi composta por estudantes militares, recém aprovados por meio de um concurso público, submetidos a um regime de internato. Esse processo de seleção é constituído por um exame intelectual, seguido por um exame de saúde e testes de aptidão física, procedimento este que faz com que se reduza a variabilidade dos dados, devido à exigência mínima de aptidão física para o ingresso na EsPCEEx. E o TFM é um programa rígido e controlado que segue uma sequência lógica de acordo com o Manual de Campanha (EB20-MC-10.350).

CONCLUSÕES

Após as 34 semanas de TFM, houve influência do TFM na composição corporal com aumento da MM e manutenção da massa gorda. Não houve efeito do TFM sobre as variáveis de massa e geometria óssea, quando os dados foram ajustados pelas variáveis de confusão.

No entanto, houve o aumento significativo da MM que, por sua vez, influenciou diretamente na massa óssea e índices geométricos. Do mesmo modo, houve melhora nos padrões de aptidão física que de forma indireta, está relacionado ao ganho de MM e melhora dos testes de aptidão física.

REFERÊNCIAS

1. Gonçalves Galdino da Costa B, Souto Barreto P, Magno da Silveira P, Aragoni da Silva J, Samara Silva K. The association between practicing sport and non-sport physical activities and health-related quality of life of Brazilian adolescents: A cross-sectional study. *Sci Sport*. 2020; 35(4):109–19.
2. Lima F, De Falco V, Baima J, Carazzato JG, Pereira RMR. 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.
3. Vlachopoulos D, Barker AR, Williams CA, Arngrímsson SA, Knapp KM, Metcalf BS, et al. The Impact of Sport Participation on Bone Mass and Geometry in Male Adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2017; 49(2):317–26.
4. Vlachopoulos D, Ubago-Guisado E, Barker AR, Metcalf BS, Fatouros IG, Avloniti A, et al. Determinants of bone outcomes in adolescent athletes at baseline: the Pro-Bone Study. *Med Sci Sports Exerc*. 2017; 49(7):1389–96.
5. Antona GD', Torre A La, Petersen A, Gentil P, Paoli A, Moro T, et al. Resistance training with single vs. Multi-joint exercises at equal total load volume: effects on body composition, cardiorespiratory fitness, and muscle strength. *Front Physiol*. 2017; 8(1105):1–6.
6. Brasil. EB20-MC-10.350 Manual de Treinamento físico militar. Exército Brasileiro. 2015. 1–229 p.
7. Monteiro PA, Chen KY, Lira FS, Saraiva BTC, Antunes BMM, Campos EZ, et al. Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents. *Lipids Health Dis*. 2015; 14(1):1–9.
8. Hagnäs MP, Cederberg H, Mikkola I, Ikäheimo TM, Jokelainen J, Laakso M, et al. Reduction in metabolic syndrome among obese young men is associated with exercise-induced body composition changes during military service. *Diabetes Res Clin Pract*. 2012 Nov 1; 98(2):312–9.
9. Naghii MR. The importance of body weight and weight management for military personnel. *Mil Med*. 2006; 171(6):550–5.
10. Stephen A. Foulis, Julie M. Hughes, Leila A. Walker, Katelyn I. Guerriere, Kathryn M. Taylor, Susan P. Proctor KEF. Body mass does not reflect the body composition. *Int J Obes*. 2021; 45:659–65.

11. Mattila VM, Tallroth K, Marttinen M, Ohrankammen O, Pihlajamaki H. DEXA body composition changes among 140 conscripts. *Int J Sports Med.* 2009; 30(5):348–53.
12. Lohman TJ, Roache AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Publishers. 1991. 952 p.
13. Hangartner TN, Warner S, Braillon P, Jankowski L, Shepherd J. The official positions of the International Society for Clinical Densitometry: Acquisition of dual-energy X-ray absorptiometry body composition and considerations regarding analysis and repeatability of measures. *J Clin Densitom.* 2013;1 6(4):520–36.
14. Lees MJ, Beggs CB, Barlow MJ, Rutherford ZH, Bansil K, Gannon L, et al. Bone Density and cross-sectional geometry of the proximal femur are bilaterally elevated in elite cricket fast bowlers. *J Clin Densitom.* 2018; 21(3):399–405.
15. Beck TJ, Ruff CB, Warden KE, Scott WW, Rao GU. Predicting femoral neck strength from bone mineral data. Vol. 25, *Invest Radiol.* 1990. p. 6–18.
16. El Hage RE, Zakhem E, Zunquin G, Theunynck D. Geometric indices of hip bone strength in male professional soccer players. *J Med Liban.* 2014;62(4):207–12.
17. Hopkins WG. New view of statistics: Effect magnitudes. *Sportscience.* 2002.
18. Mikkola I, Nen-kiukaanniemi SKÄ, Jokelainen J, Peitso ARI, Nen PHÄRKÖ, Timonen M, et al. Aerobic performance and body composition changes during military service. *Scand J Prim Health Care.* 2012; 30:95–100.
19. Gomez-Bruton A, Montero-Marín J, González-Agüero A, García-Campayo J, Moreno LA, Casajús JA, et al. The effect of swimming during childhood and adolescence on bone mineral density: A systematic review and meta-analysis. *Sport Med.* 2016; 46(3):365–79.
20. Derman O, Cinemre A, Kanbur N, Doğan M. Effect of swimming on bone metabolism in adolescents. *Turk J Pediatr.* 2008; 50:149–54.
21. Beck TJ, Kohlmeier LA, Petit MA, Wu G, Leboff MS, Cauley JA, et al. Confounders in the association between exercise and femur bone in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(1):80–9.
22. Macdonald H, Kontulainen S, Petit M, Janssen P, McKay H. Bone strength and its determinants in pre- and early pubertal boys and girls. *Bone.* 2006 Sep 1; 39(3):598–608.

23. Maïmoun L, Sultan C. Effects of physical activity on bone remodeling. *Metabolism*. 2011; 60(3):373–88.
24. Bonjour J, Chevalley T, Rizzoli R, Ferrari S. Gene-environment interactions in the skeletal response to nutrition and exercise during growth. Vol. 51, *Medicine and Sport Science*. 2007. p. 64–80.
25. Vainionpää A, Korpelainen R, Sievänen H, Vihriälä E, Leppäluoto J, Jämsä T. Effect of impact exercise and its intensity on bone geometry at weight-bearing tibia and femur. *Bone*. 2007 Mar; 40(3):604–11.
26. Tenforde AS, Nattiv A, Ackerman K, Barrack MT, Fredericson M. Optimising bone health in the young male athlete. *Br J Sports Med*. 2017;51(3):148–9.
27. Kaptoge S, Dalzell N, Jakes RW, Wareham N, Day NE, Khaw KT, et al. Hip section modulus, a measure of bending resistance, is more strongly related to reported physical activity than BMD. *Osteoporos Int*. 2003;14(11):941–9.
28. Dickie JA, Faulkner JA, Barnes MJ, Lark SD. Electromyographic analysis of muscle activation during pull-up variations. *J Electromyogr Kinesiol*. 2017; 32:30–6.
29. Hibbs AE, Thompson KG, French D, Wrigley A, Spears I. Optimizing performance by improving core stability and core strength. Vol. 38, *Sports Medicine*. Adis International Ltd; 2008. p. 995–1008.
30. Glenn JM, Galey M, Edwards A, Rickert B, Washington TA. Validity and reliability of the abdominal test and evaluation systems tool (ABTEST) to accurately measure abdominal force. *J Sci Med Sport*. 2015; 18(4):457–62.

CAPÍTULO 2

Relação da prática de diferentes modalidades esportivas com a composição corporal, massa e geometria ósseas em cadetes do Exército Brasileiro.

Camila Justino de Oliveira Barbeta¹, Mauro Alexandre Páscoa¹, Raiany Rosa Bergamo¹, Vagner Xavier Cirolini^{1,2}, Juan Eduardo Samur-San-Matin^{1,3}, Anderson Marques de Moraes^{1,4}, Ezequiel Moreira Gonçalves¹, Gil Guerra Junior¹.

1. Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento (LabCreD), Centro de Investigação em Pediatria (CIPED), Faculdade de Ciências Médicas (FCM), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.

2. Exército Brasileiro, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

3. Faculdade Anhanguera – Unidade 4, Campinas, São Paulo, Brasil.

4. Faculdade de Educação Física (FAEF), Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCCAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.

Correspondência:

Camila Justino de Oliveira Barbeta

Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento (LabCreD), Centro de Investigação em Pediatria (CIPED), Faculdade de Ciências Médicas (FCM), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Rua Tessália de Vieira de Camargo 126, Cidade Universitária Zeferino Vaz

CEP: 13083-887

Campinas – São Paulo – Brasil

e-mail: cacabarbeta@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: A Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro (EsPCEX) possui competições internas nas quais os atletas são selecionados para formarem equipes diferentes modalidades, visto que a prática de esportes contribui positivamente nos níveis de aptidão física e composição corporal. **Objetivo:** avaliar a relação da prática de diferentes modalidades esportivas na composição corporal, na massa e geometria ósseas e no desempenho físico e suas inter-relações. **Casuística e métodos:** Estudo longitudinal, com alunos do exército brasileiro (todos homens) de 17 a 22 anos, praticantes de diferentes modalidades. Foram avaliadas as variáveis antropométricas (peso, altura), na composição corporal o índice de massa corporal (IMC), massa gorda (MG), massa magra (MM), massa óssea [densidade mineral óssea (DMO) e conteúdo mineral ósseo (CMO)] e geométricas [índice de força do fêmur (IFF), índice de força óssea (Z), índice de rigidez estrutural do fêmur- CSMI e resistência de carga ao longo do eixo ósseo- CSA) por meio do equipamento *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DXA). A aptidão física foi avaliada pelos testes de barra fixa, flexão de braço, abdominal e natação. **Resultados:** Foi verificado o efeito das modalidades sobre as variáveis ósseas e somente a variável de geometria óssea Z, para o grupo futebol, mostrou valores superior ao grupo atletismo. No entanto, independente dos efeitos do tempo e da modalidade sobre os parâmetros de massa e geometria óssea, observou-se efeitos positivos e significativos MM sobre as variáveis ósseas e geométricas. **Conclusão:** Após 34 semanas de prática, houve influência do treinamento na composição corporal, com manutenção da massa gorda e efeito positivo da MM de diferentes modalidades esportivas, não foi observado efeito do treinamento nos parâmetros ósseos, exceto para o futebol, que indicou relação positiva com a resistência óssea.

Palavras-chaves: militares; exercício; osso; densitometria; composição corporal; aptidão física.

ABSTRACT

Introduction: The practice of sports contributes positively to the levels of physical fitness and body composition. The Brazilian Army Preparatory School for Cadets (EsPCEEx) has internal competitions in which athletes are selected to form different teams. **Objective:** to evaluate the relationship between the practice of different sports in body composition, bone mass, bone geometry and physical performance and their interrelationships. **Casuistry and methods:** Longitudinal study, with students of the Brazilian army (all men) from 17 to 22 years old, athletes of different modalities. Anthropometric variables (weight, height) were evaluated, body mass index (BMI), fat mass (FM), lean mass (LM), bone mass [bone mineral density (BMD) and bone mineral content (BMC)] and bone geometry [femur strength index (FSI), bone strength index (Z), structural rigidity index of the femur- CSMI and load resistance along the bone axis-CSA) using the Dual Energy X- Ray Absorptiometry (DXA). Physical fitness was assessed by the tests of fixed bar, push-up, abdominal and swimming. **Results:** The effect of the modalities on the bone variables was verified and only the bone geometry variable Z, for the soccer group, showed higher values than the athletics group. However, regardless of the effects of time and modality on bone mass and geometric parameters, there were positive and significant effects of LM on bone and geometric variables. **Conclusion:** After 34 weeks of practice, there was an influence of training on body composition, with maintenance of fat mass and positive effect of LM from different sports modalities, there was no effect of training on bone parameters, except for soccer, which indicated a positive relationship with bone resistance.

Keywords: military; exercise; bone; densitometry; body composition; physical fitness.

INTRODUÇÃO

A prática de esportes contribui para a manutenção e desenvolvimento de habilidades coordenativas e condicionantes, que influenciam diretamente nos níveis de aptidão física (1). Além disto, estas interações, podem produzir alterações positivas também na composição corporal e no aumento da massa magra (2), por conta das características específicas de cada esporte.

A Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro (EsPCEEx) estimula todos os alunos a participarem do programa de treinamento em modalidades esportivas, atendendo à preferência e desenvoltura do militar na modalidade escolhida (3). Portanto, entre os alunos brasileiros, a prática de modalidade esportiva é uma alternativa para a preparação física pois proporciona estímulos fisiológicos, que atuam diretamente na manutenção dos níveis de aptidão física da tropa (3).

Exercícios com sobrecarga e impacto contribuem para o aumento da massa óssea (4), pois ocasionam microfraturas e estimulam a osteogênese, devido a prática de atividades de alto impacto (4,5), no entanto, este ganho evidente de massa óssea, depende diretamente do esporte praticado (4,5), já que, varia de acordo com a intensidade do impacto e o tipo da atividade, com ou sem peso corporal (6).

Neste sentido, as contribuições dos treinamentos militares para a composição corporal já são conhecidas na literatura (7–9), no entanto, devido à escassez de estudos com a temática de esportes, militares e geometria óssea, o presente estudo avaliou a relação de diferentes modalidades na composição corporal, na massa e na geometria ósseas e no desempenho físico, verificando a importância dos esportes para a saúde.

A hipótese era de que os alunos praticantes das modalidades esportivas da EsPCEEx demonstrem índices elevados de massa magra (MM), massa óssea e rigidez e força ósseas, em função das cargas oriundas pelas ações específicas das modalidades esportivas.

MÉTODOS

Amostra

Partiu-se de uma amostra de conveniência composta por alunos entre 17 e 22 anos, que aderiram à EsPCEEx (Campinas, Brasil) entre os anos de 2014 e 2016. Para estabelecer o presente estudo, a amostra final foi constituída por alunos integrantes de modalidades esportivas específicas praticadas na EsPCEEx

Os critérios de inclusão foram: a) ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o formulário da coleta de dados; e b) pertencer às equipes esportivas da EsPCEEx. Os critérios de exclusão foram: a) realizar somente o treinamento físico (TFM) convencional como parte da preparação física; b) não ter realizado as duas coletas de dados exigidas, seja por meio de procedimentos internos de trabalho em escala seja por motivo de lesão impossibilitando o aluno de dar continuidade aos afazeres militares; c) apresentar as análises ósseas completas de todas as regiões (corpo total, coluna e fêmur).

Desenho do Estudo

Estudo longitudinal aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (CAAE: 54037316.0.0000.5404). Foram realizadas as avaliações no início do período de treinamento (T0), entre os meses de março e abril, e no final do período (T1), entre os meses de novembro e dezembro, com média de 34 semanas de prática de diferentes modalidades esportivas. Para atender o objetivo dessa pesquisa, somente o grupo de alunos da EsPCEEx, que pertenciam às equipes esportivas, foram avaliados e separados por tempo de avaliação (T0 e T1). As avaliações foram realizadas no momento estabelecido e autorizadas pela direção da EsPCEEx.

Modalidades incluídas no estudo

Através de competições internas, os atletas são selecionados para formarem a equipe representativa da EsPCEEx das diferentes modalidades, sendo os melhores atletas tecnicamente designados para participar de acordo com as suas modalidades. São designados a participar de treinamentos desportivos ao longo do período de treinamento até a competição entre as Escolas Preparatórias do Exército (EsPCEEx), a Marinha (Colégio Naval) e a Aeronáutica (Escola Preparatória de

Cadetes do Ar). O desporto preenche uma lacuna das metodologias do treinamento físico militar convencional, proporcionando estímulo fisiológico, atuando na manutenção dos níveis de aptidão física da tropa, diante disso, as modalidades são praticadas como trabalho principal dentro das seções de treinamento físico militar convencional (3).

As modalidades que são contempladas no primeiro ano de formação incluídas no estudo foram atletismo, basquetebol, corrida de orientação, esgrima, futebol, judô, natação, triathlon e voleibol.

Procurando aumentar o número de participantes em cada grupo de análise, optou-se por dividir as modalidades em 6 grupos: a) Grupo BV, compostos pelas modalidades de voleibol e basquetebol, caracterizadas por esportes coletivos de quadra (12 alunos); b) Grupo TO, composto pelo triathlon militar (natação utilitária 50m com quatro obstáculos, lançamento de peso e corrida de 3000m em percurso rupestre) e a corrida de orientação (corrida de campo rupestre com dois percursos: curto 25 minutos e outro longo de 60-70 minutos), caracterizados por alterações de padrão de movimento (10 alunos); c) Grupo NT, modalidade de natação (50 e 100m nado livre, 100m nado costas, peito e borboleta, 200m nado “medley” e no estilo revezamento: 4 x 100 m nado livre e 4 x 100 m quatro estilos), portanto característica de esporte aquático (5 alunos); d) Grupo JE, modalidades de judô e esgrima caracterizados como esportes de confronto (15 alunos); e) Grupo FT, modalidade de futebol caracterizada por esporte de campo (12 alunos) e; f) Grupo AT, modalidade de atletismo (arremesso de peso, dardo e disco, salto em altura e distância) e provas de pista (100m, 200m, 400m, 800m, 1500m, 3000m, revezamento 4x100m e 4 x 400m), seguindo as regras da modalidade (18 alunos).

A frequência do treinamento esportivo seguiu a mesma organização do treinamento físico convencional (cinco vezes por semana/ 90 minutos/dia) (3), com frequência semanal de dois exercícios físicos específicos compostos pelas principais habilidades físicas de cada modalidade, duas de treinamento tático e resistido, com sobrecarga e uma de treinamento misto. De acordo com o plano de treinamento específico de cada modalidade, os atletas receberam a orientação por profissionais, seguindo um programa de treinamento específico para cada esporte.

A periodização do treinamento físico militar convencional e das modalidades esportivas, foi a mesma devido ao tempo de preparação, as provas semestrais e o recesso de duas semanas em julho.

Medidas antropométricas e composição corporal

O peso corporal (kg) foi medido por meio de uma balança da marca Filizola Electronic, a altura pelo estadiômetro vertical convencional com precisão de 1 milímetro da marca Holtain Ltd, Crymych, Reino Unido, seguindo os protocolos recomendados (10). O índice de massa corporal (IMC) (kg/m²) também foi calculado a partir dessas medidas.

Para avaliação da composição corporal (MM e MG em kg) e variáveis ósseas, densidade mineral óssea (DMO, em g/cm²), conteúdo mineral ósseo (CMO em g) de corpo total, coluna lombar (L1-L4), colo do fêmur direito, utilizou-se o equipamento Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA), modelo iDXA (GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EUA), com detectores do tipo fan beam.

Após a avaliação, os dados foram analisados pelo software enCORE 2011, versão 13.60 (GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EUA). A confiabilidade dos dados é assegurada por calibrações diárias com controle de qualidade dos exames realizados e um único avaliador realizou todas as análises, utilizando a mesma técnica em todas as medições.

A aquisição das imagens e a análise foram realizadas de acordo com o protocolo da "The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Acquisition of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition and Considerations Regarding Analysis and Repeatability of Measures (11). Além disso, o posicionamento e a colocação adequada das regiões de interesse seguiram as especificações recomendadas pelo fabricante.

Geometria óssea

As variáveis da estrutura geométrica de fêmur direito foram obtidas por meio do programa Advanced Hip Assessment que extrai os valores das propriedades geométricas da estrutura óssea do fêmur (12), um importante indicador para determinar a força do osso e o risco de fratura. As imagens foram analisadas usando o iDXA GE Lunar Advanced Hip Structural Analysis, que se encontra no aparelho DXA e foi desenvolvido originalmente por Beck e colaboradores (13).

As variáveis geométricas estimadas foram: Índice de Força do Fêmur (IFF), um indicador da resistência à fratura do grande trocânter, a Section modulus (Z, em mm³), um indicador da força do osso em resistir a flexão e torsão, o Cross-Sectional Moment of Inertia (CSMI, em mm⁴), um índice de rigidez estrutural, e a Cross-

Sectional Area (CSA, em mm²), que indica a resistência às cargas direcionadas ao longo do eixo do fêmur (14).

As avaliações das medidas antropométricas e composição corporal foram realizadas no Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento (LabCreD) no Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da UNICAMP.

Testes de Aptidão Física

Apesar da oportunidade de os militares competirem como atletas esportivos, todos os alunos são avaliados nos testes físicos, realizados duas vezes por ano: em junho e novembro. Para avaliar a aptidão física, foram utilizados quatro testes físicos e o número máximo de repetições foi registrado ao final de cada teste. A ordem dos dias do teste era aleatoriamente determinada de acordo com cada companhia da escola.

1. Flexão na barra fixa: pegada em pronação, realizar a flexão dos braços até que o queixo ultrapasse completamente a barra e, descer o tronco até que os cotovelos fiquem completamente estendidos.

2. Flexão de braços sobre o solo (sem limite de tempo): adotar a abertura padronizada dos braços, com o corpo devidamente estendido, auxiliado com o apoio da porção superior dos pés. O teste inicia com o participante abaixando o corpo, ou seja, flexionando os braços até o tórax tocar ao chão e em seguida voltar a posição inicial.

3. Abdominal supra: realizar a flexão abdominal até que as escápulas percam o contato com a mão do avaliador e retornar à posição inicial.

4. Natação (50m estilo livre): o teste inicia com o bloco de partida para salto e o estilo livre, em seguida nadar o mais rápido possível em qualquer estilo no menor tempo.

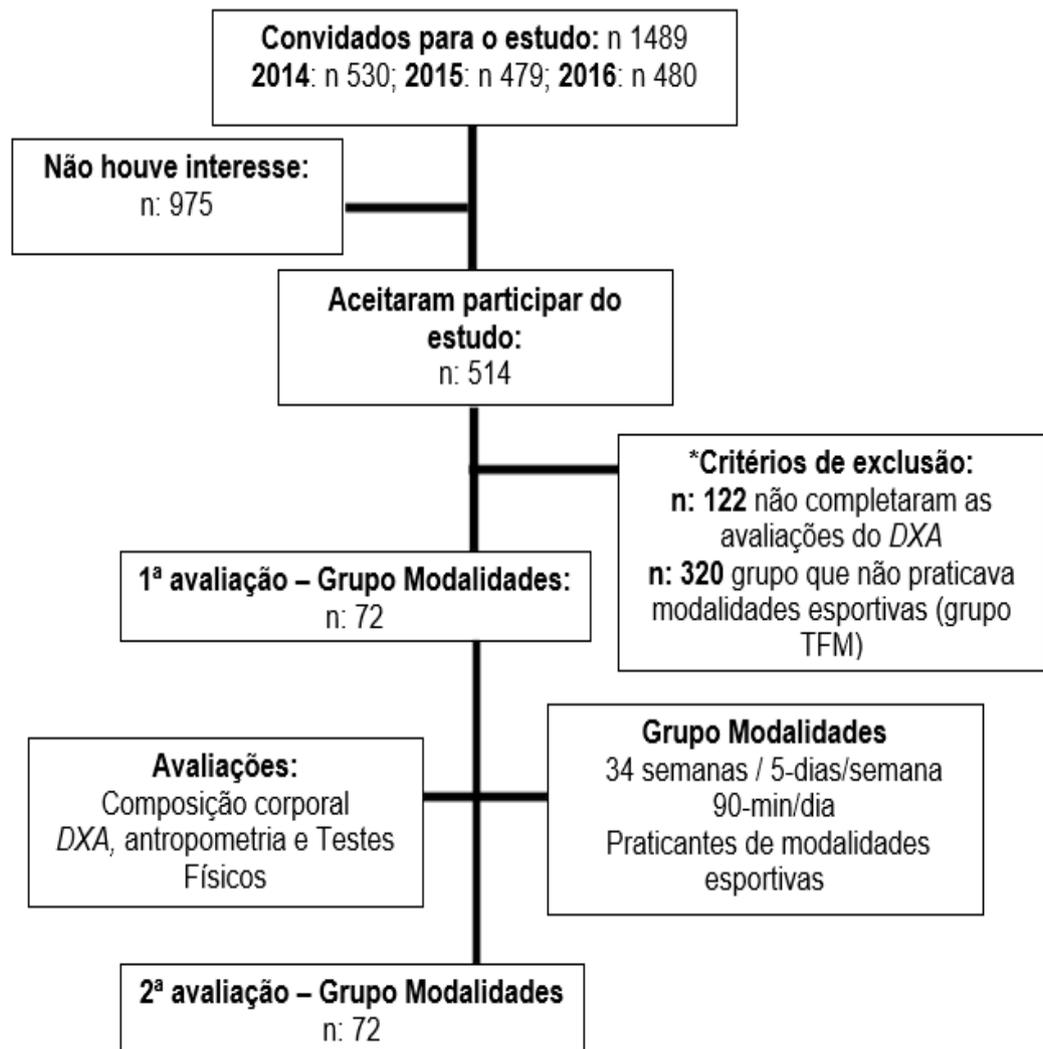


Figura 1 – Diagrama de etapas de avaliação do estudo

Análise estatística

Os dados foram verificados quanto à normalidade, usando os valores do teste de Shapiro-Wilk, e apresentados como média e desvio padrão.

A análise dos dados foi concluída em quatro etapas, como apresentada a seguir: 1) para verificar as diferenças na antropometria, composição corporal e testes físicos entre as modalidades nos diferentes momentos, foram utilizados a ANOVA one way e o teste de Kruskal-Wallis e para avaliar as diferenças entre o T0 e T1 por modalidade, foram utilizados os testes t pareado e de Wilcoxon; 2) os valores das diferenças ($T1-T0 = \Delta$) das variáveis do grupo todo, foram standardizados (z-escore) e foi realizado o teste de coeficiente de correlação de postos de “rô de Spearman” para verificar a associação entre as variáveis antropométricas, de composição corporal e aptidão física com as variáveis ósseas (DMO e CMO de corpo total, DMO

e CMO de L1L4, DMO e CMO de colo do fêmur, IFF, Z, CSMI e CSA). O grau do coeficiente de correlação foi classificado como muito forte (1,0-0,90), forte (0,89-0,70), moderado (0,69-0,50), fraco (0,49-0,30) e desprezível (0,30-0) (15); 3) dentre as variáveis que apresentaram correlações significativas, optou-se por utilizar a estatura e a MM como covariáveis, além das variáveis de aptidão física por serem indicadores do treinamento físico (i. e. variáveis de confusão) e foram fixadas nos seguintes valores: estatura= 177,29; MM= 57,84; flexão= 35,39; abdominal= 67,94; natação= 40,25 e barra= 11,13. 4) o *Generalized Estimating Equation Model (GEE)* (Gamma com link em log) foi utilizado para verificar o efeito do tempo (T0 x T1) sobre as variáveis de massa óssea e geometria óssea, bem como o efeito da modalidade sobre estes parâmetros com post hoc de SIDAK. O Quasi-likelihood under the Independence model Criterion (QIC) foi utilizado para a escolha do melhor modelo.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS IBM (versão 25.0 para Windows, Chicago, IL, EUA). A significância foi estabelecida em $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os dados de idade, antropométricos e de composição corporal em alunos do Exército Brasileiro estão descritos na Tabela 1 e divididos por modalidade esportiva e por momento da avaliação.

As variáveis de idade, antropométricas e de composição corporal não apresentaram diferença significativa entre as modalidades esportivas tanto no T0 como no T1. No entanto, na comparação entre T0 e T1 sempre houve aumento de todas as variáveis, com diferença significativa para a idade em todos os grupos; para o peso em todos os grupos exceto no TO; para a estatura somente para os grupos BV e AT; para IMC somente para os grupos BV, NT e JE; para MG em nenhum grupo; e para MM em todos os grupos de modalidades esportivas (Tabela 1).

Com relação aos testes de aptidão física, foram observadas diferenças significativas para o teste de natação no T0 com melhores resultados para o grupo NT em relação aos grupos BV, JE e AT, e melhores resultados no grupo TO em relação aos grupos JE e AT. Em relação à avaliação T1, observou-se diferenças significativas no Grupo NT com melhores resultados em relação a todos os outros grupos, exceto o

TO, que, por sua vez, obteve valores significativamente melhores que os grupos JE, FT e AT. Para as demais variáveis de aptidão física, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos de modalidades esportivas tanto no T0 quanto no T1 (Tabela 2). Em relação ao tempo (T0xT1), foi observado diferença estatística com valores melhores em T1 em relação a T0 em todos os testes e em todos os grupos de modalidades esportivas, exceto no teste da barra fixa para o grupo NT (Tabela 2).

Foram encontradas correlações positivas e significativas, porém desprezíveis ou fracas, entre o Δ z escore da DMO total e do CMO total com Δ z escore do peso (Figuras 1A e 1B), com o Δ z escore da estatura (Figuras 1C e 1D) e com o Δ z escore da MM (Figuras 1E e 1F). Também foram encontradas correlações positivas significativas, porém também desprezíveis ou fracas, do Δ z escore do CMO total com o Δ z escore do IMC ($R = 0,39$; $p < 0,001$) e com o Δ z escore da MG ($R = 0,25$; $p = 0,012$). Entre as variáveis de aptidão física, somente o Δ z escore do teste de abdominal mostrou correlação positiva, significativa, mas também desprezível, com o Δ z escore do CSA ($R = 0,26$; $p = 0,009$).

Foi realizado o *GEE* com distribuição *gamma* para verificar o efeito do tempo (34 semanas) e da modalidade sobre as variáveis de massa óssea e geometria óssea. Com os resultados das correlações obtidos a partir das diferenças (Δ), optou-se por utilizar a estatura e a MM como covariáveis, e, como o estudo está voltado também para o verificar o efeito do treinamento das modalidades optou-se por utilizar os resultados dos testes de aptidão como covariáveis, tal procedimento visou eliminar possíveis efeitos de confusão (Tabela 3).

A Tabela 3 mostra os resultados das variáveis de massa e geometria ósseas ajustadas pelas variáveis consideradas de confusão (i. e. estatura, MM e os testes de aptidão de barra, abdominal, flexão e natação) analisados por *GEE*.

Os resultados mostraram que somente para a variável de geometria óssea Z, o grupo FT mostrou valores médios entre T0 e T1 (média $1110,58 \pm 40,31$) superiores ao grupo AT (média $942,69 \pm 32,52$) [$\beta = 0,135$; IC 95% (0,023 – 0,247); $p = 0,022$]. Para as demais variáveis, não foram encontrados efeitos do tempo e da modalidade.

Independente dos efeitos do tempo e da modalidade sobre os parâmetros de massa e geometria óssea, observou-se efeitos positivos e significativos da estatura (Wald = 10,325, gl = 1; $p = 0,001$) e do MM (Wald = 39,089, gl = 1; $p < 0,001$) para total DMO e L1-L4 DMO (Wald = 5,534, gl = 1; $p = 0,019$) e (Wald = 13,686, gl = 1; $p <$

0,001), respectivamente, do MM (Wald = 29,363, gl = 1; $p < 0,001$) e do teste de abdominal (Wald = 4,819, gl = 1; $p = 0,028$) para L1-L4 de CMO e do MM para total CMO (Wald = 99,440, gl = 1; $p < 0,001$), colo CMO (Wald = 99,384 gl = 1; $p = 0,002$), Z (Wald = 18,365, gl = 1; $p < 0,001$), CSMI (Wald = 12,744, gl = 1; $p = 0,037$) e CSA (Wald = 12,389, gl = 1; $p < 0,001$).

Tabela 1. Características antropométricas nos momentos T0 e T1 em alunos do Exército Brasileiro praticantes de diferentes modalidades esportivas da EsPCEEx.

Variáveis	T0												p*
	Grupo BV (n=12)		Grupo TO (n=10)		Grupo NT (n=5)		Grupo JE (n=15)		Grupo FT (n=12)		Grupo AT (n=18)		
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Idade (anos)	19,55	1,00	19,30	1,07	19,36	1,53	19,21	0,78	19,09	1,21	19,14	1,11	0,280
Peso (kg)	75,83	10,68	66,91	5,83	73,12	6,48	70,13	8,87	69,80	6,98	72,93	9,96	0,300
Estatura (cm)	180,77	5,09	176,73	6,46	180,80	3,59	174,29	5,87	174,08	6,59	177,62	6,72	0,110
IMC (kg/m²)	23,17	2,93	21,46	2,00	22,34	1,49	23,05	2,34	23,04	2,05	23,16	3,30	0,569
MG (kg)	13,66	5,24	9,96	2,17	10,80	3,13	12,07	3,33	11,04	2,13	10,94	5,29	0,109
MM (kg)	59,20	7,33	54,32	6,18	59,30	3,50	55,12	5,62	55,76	6,01	59,35	5,56	0,107
Variáveis	T1												p*
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Idade (anos)	20,14 ^{&}	1,03	19,94 ^{&}	1,06	19,99 ^{&}	1,53	19,84 ^{&}	0,78	19,72 ^{&}	1,21	19,77 ^{&}	1,10	0,381
Peso (kg)	77,29 ^{&}	9,03	68,14	5,87	76,52 ^{&}	6,93	71,60 ^{&}	8,22	70,88 ^{&}	6,48	74,37 ^{&}	9,10	0,209
Estatura (cm)	181,33 [§]	4,74	177,16	6,43	181,42	3,68	174,55	5,94	174,40	6,39	178,29 [§]	6,71	0,074
IMC (kg/m²)	23,46 ^{&}	2,06	21,72	1,62	23,21 ^{&}	1,46	23,48 ^{&}	2,19	23,31	1,80	23,44	2,99	0,489
MG (kg)	13,77	3,40	10,20	2,11	11,68	3,42	11,67	3,33	11,33	2,11	11,16	4,26	0,113
MM (kg)	60,55 ^{&}	7,00	55,51 ^{&}	6,35	62,06 ^{&}	3,59	56,83 ^{&}	5,11	56,83 ^{&}	6,05	60,56 ^{&}	6,09	0,112

Abreviações: DP- desvio padrão; IMC- índice de massa; corporal; MG – massa gorda; MM– massa magra; n- amostra; p- significância; T0- primeira avaliação; T1- segunda avaliação; Kg- quilos; cm- centímetros; m²- metro ao quadrado; grupo BV- basquetebol/voleibol; grupo TO- triathlon/orientação; grupo NT- natação; grupo JE- judô/esgrima; grupo FT- futebol; grupo AT- atletismo. *Valor referente a comparação entre as modalidades (*Kruskall-Wallis*); significância de (p<0,05). [§] diferença significativa entre T0 e T1 (teste *t* pareado; p<0,05), [&] diferença significativa entre T0 e T1 (*Wilcoxon*; p<0,05).

Tabela 2. Características dos testes de aptidão física nos momentos T0 e T1 em alunos do Exército Brasileiro praticantes de diferentes modalidades esportivas da EsPCEEx.

Variáveis	T0												p*
	Grupo BV (n=12)		Grupo TO (n=10)		Grupo NT (n=5)		Grupo JE (n=15)		Grupo FT (n=12)		Grupo AT (n=18)		
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Barra (rep)	9,08	3,23	10,70	2,830	8,40	4,56	9,80	2,27	10,00	2,89	10,33	2,43	0,659
Flexão (rep)	32,25	5,32	31,40	6,04	29,00	6,04	33,07	6,19	31,83	6,32	34,00	5,16	0,577
Abdominal (rep)	52,92	17,20	50,80	11,77	63,40	19,75	52,87	17,55	56,92	17,22	57,89	17,61	0,771
Natação (s)	40,50 [§]	5,60	35,50	4,19	31,20	2,04	44,20 ^{§#}	15,64	41,25 [#]	6,52	49,78 ^{§#}	37,92	0,005
Variáveis	T1												p*
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Barra (rep)	11,25 ^{&}	2,52	13,20 ^{&}	1,31	12,40	1,51	12,60 ^{&}	1,72	12,33 ^{&}	2,30	13,17 ^{&}	2,15	0,366
Flexão (rep)	38,08 ^{&}	3,20	39,20 ^{&}	1,93	38,20 ^{&}	3,03	37,13 ^{&}	4,10	38,75 ^{&}	2,89	39,06 ^{&}	2,69	0,730
Abdominal (rep)	81,92 ^{&}	2,42	82,40 ^{&}	4,57	84,60 ^{&}	2,88	79,00 ^{&}	11,13	79,75 ^{&}	6,21	82,22 ^{&}	2,56	0,266
Natação (s)	37,67 ^{§&}	3,93	33,80 ^{&}	4,15	30,20 ^{&}	2,77	38,80 ^{§&}	6,62	39,67 ^{§#&}	5,38	40,50 ^{§#&}	6,43	0,001

Abreviações: DP- desvio padrão; T0- primeira avaliação; T1- segunda avaliação; rep- repetições; s- segundos; n- amostra; p- significância; grupo BV- basquetebol/voleibol; grupo TO- triathlon/orientação; grupo NT- natação; grupo JE- judô/esgrima; grupo FT- futebol; grupo AT- atletismo. [§]diferença significativa em relação ao grupo da natação; [#]diferença significativa em relação ao grupo de triathlon/orientação; significância de (p<0,05). [&] diferença significativa entre T0 e T1 (*Wilcoxon*; p<0,05).

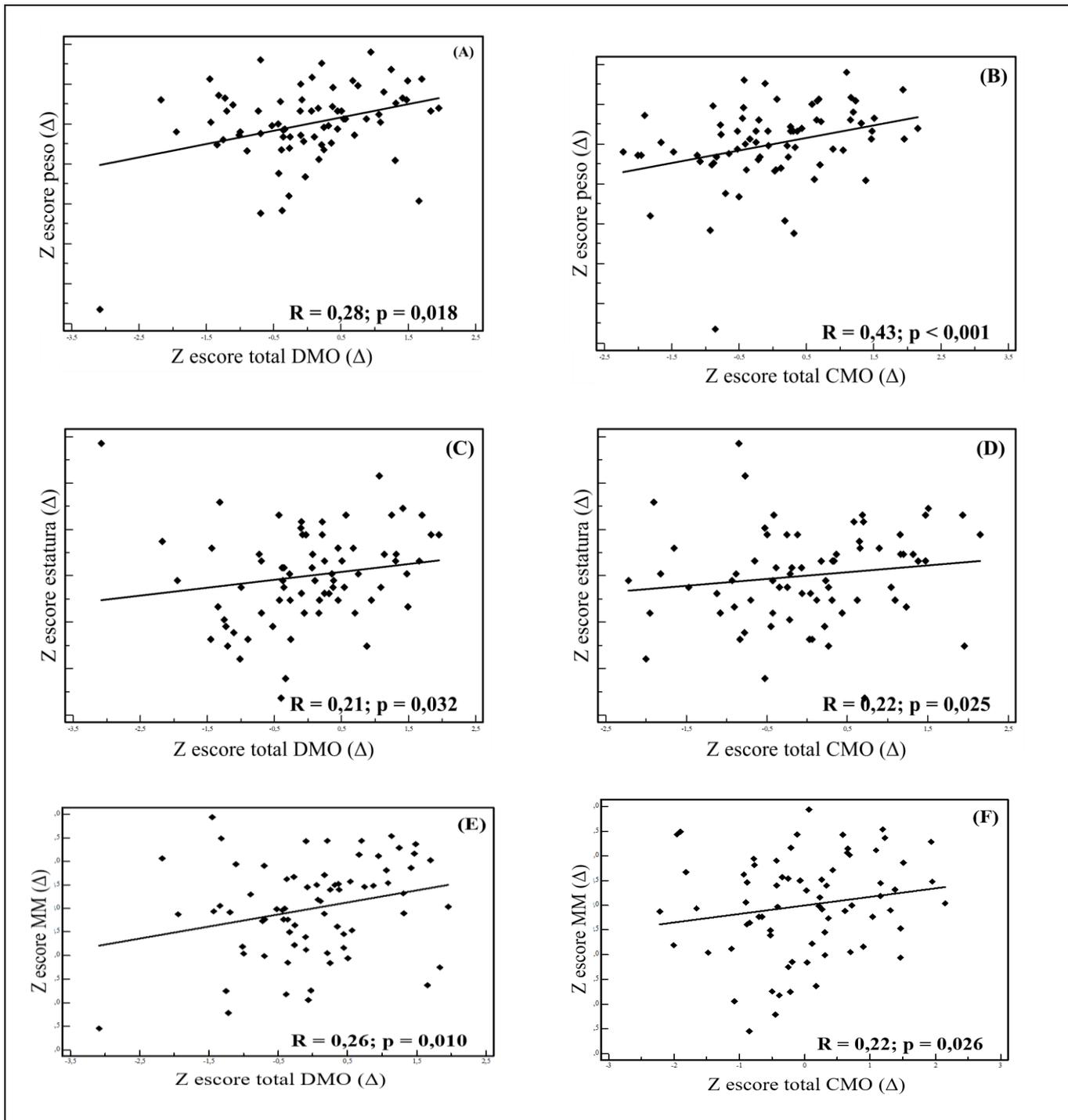


Figura 2. Análises da correlação de *Spearman* entre as variáveis antropométricas e composição corporal a partir dos resultados das diferenças entre o T0 e o T1 (Δ) estandardizados (Z escore).

Abreviações: DMO- densidade mineral óssea; CMO- conteúdo mineral ósseo; MM- massa magra; p- significância; R- correlação de *Spearman*.

Tabela 3. Resultados dos parâmetros de massa e geometria óssea divididos por tempo e modalidade ajustadas pelas variáveis de confusão, estatura, massa magra e os testes de aptidão física em alunos do Exército Brasileiro.

Massa Óssea								
Variáveis	Tempo		Grupo BV	Grupo TO	Grupo NT	Grupo JE	Grupo FT	Grupo AT
DMO Total	T0	Média	1,29	1,25	1,31	1,25	1,28	1,23
		DP	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
	T1	Média	1,29	1,26	1,29	1,25	1,28	1,24
		DP	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
CMO Total	T0	Média	3258,95	3111,83	3291,23	3133,00	3194,80	3036,23
		DP	70,85	66,03	67,69	42,61	69,08	52,11
	T1	Média	3252,30	3092,39	3197,83	3122,30	3208,29	3041,59
		DP	75,51	57,42	71,77	46,06	88,11	54,46
DMO L1-L4	T0	Média	1,28	1,22	1,37	1,25	1,27	1,24
		DP	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
	T1	Média	1,26	1,21	1,32	1,25	1,27	1,25
		DP	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03
DMO L1-L4	T0	Média	83,44	77,86	83,09	76,53	79,60	77,32
		DP	3,90	2,60	2,74	2,27	3,37	2,11
	T1	Média	77,46	73,45	74,20	74,56	76,27	75,19
		DP	3,52	2,79	3,30	2,07	3,60	2,17
DMO Colo	T0	Média	1,24	1,25	1,35	1,25	1,36	1,23
		DP	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04
	T1	Média	1,31	1,31	1,39	1,35	1,39	1,29
		DP	0,03	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04
CMO Colo	T0	Média	6,47	6,32	6,87	6,49	7,36	6,29
		DP	0,23	0,27	0,31	0,20	0,31	0,19
	T1	Média	6,72	6,69	7,03	7,22	7,29	6,65
		DP	0,19	0,30	0,29	0,61	0,29	0,25
Geometria Óssea								
IFF	T0	Média	2,03	2,10	2,05	2,09	3,09	2,07
		DP	0,13	0,15	0,21	0,19	0,77	0,14
	T1	Média	1,87	1,88	1,91	2,01	2,53	1,87
		DP	0,14	0,21	0,16	0,29	0,50	0,14
Z	T0	Média	985,25	944,86	1006,61	952,70	1128,92	931,09
		DP	55,68	54,57	59,85	51,35	51,09	34,25
	T1	Média	980,76	975,73	984,60	1088,61	1092,54	954,42
		DP	43,83	66,46	53,97	131,23	50,69	51,86

Abreviações: DP- desvio padrão; T0- primeira avaliação; T1- segunda avaliação; DMO- densidade mineral óssea; CMO- conteúdo mineral ósseo; IFF- índice de força do fêmur; Z- índice de força óssea; CSMI- índice de rigidez estrutural do fêmur; CSA- resistência de carga ao longo do eixo ósseo; grupo BV- basquetebol/voleibol; grupo TO- triathlon/orientação; grupo NT- natação; grupo JE- judô/esgrima; grupo FT- futebol; grupo AT- atletismo. Os resultados foram ajustados: Estatura=177,29; MM=57,84; Barra=11,13; Flexão=35,39; Abdominal=67,94 e Natação=40,25.

Tabela 3. (continuação)

		Geometria Óssea						
Variáveis	Tempo		Grupo BV	Grupo TO	Grupo NT	Grupo JE	Grupo FT	Grupo AT
CSMI	T0	Média	16308,39	15067,50	16407,27	16518,95	19242,49	15280,34
		DP	1107,34	1239,25	1154,73	1222,23	1141,84	808,26
	T1	Média	15898,60	15675,98	15641,73	18780,94	17786,20	15735,19
		DP	1045,02	1354,09	1165,08	3314,77	963,78	1120,20
CSA	T0	Média	202,97	203,26	216,22	203,52	229,04	199,64
		DP	5,75	8,56	9,31	5,71	9,02	6,05
	T1	Média	209,09	214,42	221,76	221,41	225,27	206,91
		DP	5,85	9,52	9,37	17,58	9,07	7,23

Abreviações: DP- desvio padrão; T0- primeira avaliação; T1- segunda avaliação; DMO- densidade mineral óssea; CMO- conteúdo mineral ósseo; IFF- índice de força do fêmur; Z- índice de força óssea; CSMI- índice de rigidez estrutural do fêmur; CSA- resistência de carga ao longo do eixo ósseo; grupo BV- basquetebol/voleibol; grupo TO- triathlon/orientação; grupo NT- natação; grupo JE- judô/esgrima; grupo FT- futebol; grupo AT- atletismo. Os resultados foram ajustados: Estatura=177,29; MM=57,84; Barra=11,13; Flexão=35,39; Abdominal=67,94 e Natação=40,25.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a relação da prática de diferentes modalidades esportivas com a composição corporal, a massa e a geometria ósseas e o desempenho físico e suas inter-relações. A prática de diferentes modalidades promoveu o aumento da MM, e esta influenciou diretamente na massa óssea e índices geométricos. Além disso, observou-se que somente para a variável de geometria óssea Z, o grupo futebol (FT) mostrou valores superiores ao grupo atletismo (AT).

As modalidades que são contempladas no primeiro ano de formação foram incluídas neste estudo, e com isso optou-se por dividi-las em 6 grupos de acordo com suas semelhanças. O Grupo BV composto pelas modalidades de voleibol e basquetebol caracterizada-se por esportes coletivos de quadra, o Grupo TO composto por triathlon e corrida de orientação caracteriza-se por alterações de padrão de movimento, o Grupo NT (natação) caracteriza-se por esporte aquático, o Grupo JE composto por judô e esgrima caracteriza-se por esportes de confronto, o Grupo FT (futebol) caracteriza-se por esporte de campo e o Grupo AT (atletismo) caracteriza-se por prova de campo e pista.

Salienta-se que, independentemente da prática da modalidade, as variáveis de MM, IMC, peso e estatura, apresentaram aumento com tempo e o

exercício, sendo que o aumento evidente do peso e do IMC em todas as modalidades foi por conta da MM, pois observou-se que a MG não aumentou em nenhum grupo, considerando, portanto, que este incremento do peso e do IMC indica uma relação de melhora com a prática de treinamento em todas as modalidades.

Embora as correlações tenham sido fracas, existe uma relação da MM com a massa e geometria ósseas. Portanto, a MM está relacionada às atividades e funções dos ossos e das articulações, por isto, o osso e o músculo tem a proposta de formar uma unidade funcional, para que as propriedades transversais dos ossos possam responder à massa muscular e força afim de manter a integridade mecânica (16). Ainda que o osso e o músculo derivem das mesmas células progenitoras, elas indicam que suas propriedades se correlacionam às influências genéticas e ambientais em comum (16).

Neste sentido, o aumento da MM alterou diretamente os valores dos índices geométricos e da massa óssea. Isso sugere que há uma resposta da massa óssea adaptativa à carga mecânica das modalidades, causada pela contração muscular e pela atividade física com sobrecarga (17), visto que, as atividades de sobrecarga, desempenham um papel importante no desenvolvimento e na manutenção da massa e força dos ossos (18). Desse modo, para iniciar uma resposta osteogênica, as tensões mecânicas e compressões das contrações musculares esqueléticas induzidas pela sobrecarga corporal durante o movimento precisam ser suficientemente maiores que as experimentadas habitualmente (19). Independente do tipo de treinamento executado, todas as modalidades indicaram aumento da MM, por isso o reflexo desta variável está intimamente ligada aos valores positivos do tecido ósseo.

Salienta-se ainda que a MM é um forte preditor dos índices geométricos, indicando adaptação da geometria e da força para resistir aos desafios das forças musculares (20). A prática esportiva pode influenciar tanto na massa óssea, quanto na resistência óssea (21), e essa relação positiva da resistência óssea é a capacidade do osso em resistir às fraturas ocasionadas pela força de cargas (21). Contudo, para preservar a resistência estrutural do osso (22) também são estimuladas as funções coordenadas de osteoblastos e osteoclastos. Por essa razão, deve ser incentivada a prática de modalidades esportivas, pois tendem a reduzir os riscos de fraturas ao longo da vida.

A contribuição do grupo do FT na massa magra é devida às características específicas da modalidade por conta das mudanças bruscas de direção, movimentos com rápidas acelerações e desacelerações envolvidos por diversos grupos musculares (23), com isso, o próprio gramado ajuda a segurar os movimentos, o que pode indicar alterações na musculatura.

Nesta linha, somente para a variável de geometria óssea Z, o grupo FT mostrou valores superiores ao grupo AT. O futebol é caracterizado como esporte de alto impacto (4), e pela característica de treinamento caracterizado por jogo reduzido acontece pela mudança de direção em alta velocidade em curtos espaços, e toda esta pressão atua também no quadril. Por esse motivo, por ação das forças axiais de compressão ao longo do eixo longitudinal, os índices geométricos podem ser regulados por ações mecânicas através do esporte de alto impacto. Essa relação, sugere que o fêmur se adapta às atividades esportivas com sobrecarga devido as características específicas de carga imposta (24).

O grupo BV possui características em comum, no entanto, especificamente para o vôlei, as habilidades são os saltos verticais, bloqueios, recepção, batidas com os pés contra o chão no momento do salto e batidas duplas de mão com mão (25) e para o basquete são a corrida curta dentro de quadra, pular mais alto do que os adversários, movimentos com acelerações laterais e frontais, mudanças de direções, bloqueio e posicionamento para o rebote (26). Portanto, as habilidades vistas em ambas os esportes, contém altos níveis de força e produção de energia neuromuscular, que podem implicar diretamente no ganho de MM, pois os atletas devem manter e melhorar seu físico para otimizar seu desempenho esportivo (27).

O AT possui uma variedade de habilidades motoras básicas pois são apontados como atividade base para outras modalidades esportivas, devido a sua principal característica, deslocamento. Por isso, o AT é uma atividade cíclica e acíclica com batidas dos pés contra o chão e a velocidade, são induzidos por, treinamentos de flexibilidade, resistência, capacidade de reação pelos exercícios coordenativos e condicionantes da corrida e do salto, que devem atender diretamente as qualidades como, força, flexibilidade e velocidade, pois são fatores determinantes no desempenho do atleta (28). Em vista disso, as peculiaridades da prática do AT pela ação das forças axiais de compressão ao longo do eixo longitudinal induzem contrações musculares podem indicar alterações positivas na MM (29).

A NT é um esporte cíclico caracterizado pela velocidade do nado e coordenação do braço e da perna entre as fases de recuperação e propulsão (30), similarmente a natação, a prática da modalidade TO, especificamente o triatlo militar, sua prática é composta por corrida, lançamento de peso e natação. A natação no triathlon apresenta as mesmas características da modalidade da natação descrita anteriormente, a corrida semelhante ao atletismo e o lançamento de peso que visa o trabalho de coordenação de braços e pernas para lançamento através de força e aceleração e a orientação similar ao atletismo, descrito anteriormente.

Dessa forma, as modalidades de NT e TO geram aplicação de força específicas nas técnicas de cada modalidade, pois a ativação muscular afeta a produção de força e a contração muscular, além disso, quando é combinado com exercícios com carga máxima envolvida nas distintas ações excêntricas e concêntricas, podem gerar aumento da MM (31).

E para a última modalidade JE, a prática do judô é caracterizado pela luta de contato contínuo, que visa as técnicas de agarrar, imobilizar, projetar e finalizar e a esgrima que é uma luta de contato com mediação, devido ao uso de implemento que é a espada, onde seu único objetivo é tocar no adversário (32), diante disso, em ambas as modalidades as capacidades de resistência, velocidade, preensão manual e coordenação são essenciais para desempenho esportivo. Assim, o aumento de MM encontrado neste grupo, é uma importante variável que está relacionada diretamente ao desempenho físico que está ligado diretamente as capacidade condicionantes.

Além disso, nesse caso, o efeito positivo encontrado da estatura com DMO de corpo total e coluna, é devido os militares encontram-se em fase final de crescimento, portanto o efeito encontrado não tem importância biológica.

Por fim, o efeito positivo encontrado pelo teste da GEE, da MM e do teste de abdominal para L1-L4 de CMO, pode pressupor que o movimento de flexão da coluna constitui um papel importante na postura, sustentação do peso e locomoção, pois, com o trabalho de força e mobilidade articular (33), visa-se uma melhor estabilidade na coluna lombar, em razão de sua rigidez e resistência, proporcionam base para a funcionalidade do esqueleto axial (34). Em vista disso, quando há um trabalho de “core” e resistência muscular localizada, pode-se promover estímulos ósseos, devido às tensões mecânicas e compressões das contrações musculares.

Em geral, é bem reconhecido que os programas de exercícios físicos durante o período de preparação têm potencial para auxiliar no desenvolvimento das

capacidades físicas e coordenativas (1), durante o primeiro ano de ingresso na EsPCEEx, uma vez que, quando combinados em níveis congruentes, exercícios anaeróbicos, aeróbicos e resistência muscular em consonância com a composição corporal podem apresentar resultados favoráveis e contribuir positivamente no rendimento (2).

Limitações

No regime de internato, durante a semana, ocorre o controle da alimentação, pois os alunos são submetidos ao mesmo cardápio nas três principais refeições diárias (café, almoço e jantar). Não houve controle total do treinamento. Não há, contudo, o controle da alimentação nos fins de semana. Apesar da falta de controle na alimentação, observou-se que não houve alteração da MG e houve aumento da MM como indicativo positivo do treinamento das diferentes modalidades esportivas sobre a composição corporal.

Pontos fortes

A amostra foi composta por estudantes militares recém aprovados por meio de um concurso público, submetidos a um regime de internato. Esse processo de seleção é constituído por um exame intelectual, seguido por um exame de saúde e testes de aptidão física, procedimento este que faz com que se reduza a variabilidade dos dados, devido à exigência mínima de aptidão física para o ingresso na EsPCEEx.

CONCLUSÕES

Após as 34 semanas de prática de diferentes modalidades esportivas, houve influência do treinamento na composição corporal, com aumento da MM e manutenção da MG nas modalidades esportivas tanto do momento T0 para T1.

Também, independente do tempo e da modalidade, houve efeito positivo da MM diretamente na massa óssea e nos índices geométricos.

Quanto à aptidão física, houve melhora significativa em todos os testes, exceto para os teste da barra do grupo NT.

Devido às suas características, o futebol apresentou uma relação positiva com a resistência óssea.

Portanto, estas alterações encontradas, ajudam na manutenção do osso durante a idade adulta, atenuando o processo de perda de massa e força óssea em idades mais avançadas.

REFERÊNCIAS

1. Santtila M, Häkkinen K, Kraemer WJ, Kyröläinen H. Effects of basic training on acute physiological responses to a combat loaded run test. *Mil Med.* 2010;175(4):273–9.
2. Vantarakis A, Chatzinikolaou A, Avloniti A, Vezos N, Douroudos II, Draganidis D, et al. A 2-month linear periodized resistance exercise training improved musculoskeletal fitness and specific conditioning of navy cadets. *J Strength Cond Res.* 2017;31(5):1362–70.
3. Brasil. EB20-MC-10.350 Manual de Treinamento físico militar. Exército Brasileiro. 2015. 1–229 p.
4. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *Am Acad Phys Med Rehabil.* 2011;3(9):861–7.
5. Greene DA, Naughton GA. Adaptive skeletal responses to mechanical loading during adolescence. *Sport Med.* 2006;36(9):723–32.
6. Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Casajú JA, Vicente-Rodríguez G. Is bone tissue really affected by swimming? A systematic review. *PLoS One.* 2013;8(8):1–25.
7. Mikkola I, Nen-kiukaanniemi SKÄ, Jokelainen J, Peitso ARI, Nen PHÄRKÖ, Timonen M, et al. Aerobic performance and body composition changes during military service. *Scand J Prim Health Care.* 2012;30:95–100.
8. Mattila VM, Tallroth K, Marttinen M, Ohrankammen O, Pihlajamäki H. DEXA body composition changes among 140 conscripts. *Int J Sports Med.* 2009;30(5):348–53.
9. Stephen A. Foulis, Julie M. Hughes, Leila A. Walker, Katelyn I. Guerriere, Kathryn M. Taylor, Susan P. Proctor KEF. Body mass does not reflect the body composition. *Int J Obes.* 2021;45:659–65.
10. Lohman TJ, Roache AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Publishers. 1991. 952 p.
11. Hangartner TN, Warner S, Brailon P, Jankowski L, Shepherd J. The official positions of the International Society for Clinical Densitometry: Acquisition of dual-energy X-ray absorptiometry body composition and considerations regarding analysis and repeatability of measures. *J Clin Densitom.* 2013;16(4):520–36.
12. Lees MJ, Beggs CB, Barlow MJ, Rutherford ZH, Bansil K, Gannon L, et al. Bone Density and cross-sectional geometry of the proximal femur are bilaterally elevated in elite cricket fast bowlers. *J Clin Densitom.* 2018;21(3):399–405.

13. Beck TJ, Ruff CB, Warden KE, Scott WW, Rao GU. Predicting femoral neck strength from bone mineral data. Vol. 25, *Invest Radiol*. 1990. p. 6–18.
14. El Hage RE, Zakhem E, Zunquin G, Theunynck D. Geometric indices of hip bone strength in male professional soccer players. *J Med Liban*. 2014;62(4):207–12.
15. Hopkins WG. *New view of statistics: Effect magnitudes*. SportsScience. 2002.
16. Pomeroy E, Macintosh A, Wells JCK, Cole TJ, Stock JT. Relationship between body mass, lean mass, fat mass, and limb bone cross-sectional geometry: Implications for estimating body mass and physique from the skeleton. *Am J Phys Anthropol*. 2018;166(1):56–69.
17. Maïmoun L, Sultan C. Effects of physical activity on bone remodeling. *Metabolism*. 2011;60(3):373–88.
18. Alwis G, Linden C, Ahlborg HG, Dencker M, Gardsell P, Karlsson MK. A 2-year school-based exercise programme in pre-pubertal boys induces skeletal benefits in lumbar spine. *Acta Paediatr*. 2008;97(11):1564–71.
19. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJR, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*. 2005;146(6):732–7.
20. Beck TJ, Kohlmeier LA, Petit MA, Wu G, Leboff MS, Cauley JA, et al. Confounders in the association between exercise and femur bone in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(1):80–9.
21. Vainionpää A, Korpelainen R, Sievänen H, Vihriälä E, Leppäluoto J, Jämsä T. Effect of impact exercise and its intensity on bone geometry at weight-bearing tibia and femur. *Bone*. 2007 Mar;40(3):604–11.
22. Tenforde AS, Nattiv A, Ackerman K, Barrack MT, Fredericson M. Optimising bone health in the young male athlete. *Br J Sports Med*. 2017;51(3):148–9.
23. Loturco I, Pereira LA, Freitas TT, Alcaraz PE, Zanetti V, Bishop C, et al. Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PLoS One*. 2019;14(5):1–14.
24. Gruodyte-Raciene R, Erlandson MC, Jackowski SA, Baxter-Jones ADG. Structural strength development at the proximal femur in 4- to 10-year-old precompetitive gymnasts: A 4-year longitudinal hip structural analysis study. *J Bone Miner Res*. 2013;28(12):2592–600.
25. Lidor R, Ziv G. Physical characteristics and physiological attributes of adolescent volleyball players-a review. *Pediatr Exerc Sci*. 2010;22(1):114–34.
26. Schelling X, Torres-ronda L. An integrative approach to strength and neuromuscular power training for basketball. *Strength Cond J*. 2016;38(3):1–9.

27. Masanovic B. Comparative study of anthropometric measurement and body composition between junior basketball and volleyball players from serbian national league. *Sport Mont.* 2018;16(3):19–24.
28. Zhao Y. Analysis on special training methods of track and field sprint. *Adv Comput Sci Res.* 2017;59:426–30.
29. Tsukahara Y, Torii S, Yamasawa F, Iwamoto J, Otsuka T, Goto H, et al. Changes in body composition and its relationship to performance in elite female track and field athletes transitioning to the senior division. *Sports.* 2020;8(9):115.
30. Jorgic B, Okicic T, Aleksandrovic M. Influence of basic and specific motor abilities on swimming. *Acta Kinesiol.* 2010;4(3):73–4.
31. Franchi M V, Reeves ND, Narici M V, Huey K. Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs . concentric loading : morphological , molecular , and metabolic adaptations. *Front Physiol.* 2017;8(July):1–16.
32. Cirino C, Pereira MPV de C, Scaglia AJ. Sistematização dos conteúdos das lutas para o ensino fundamental: uma proposta de ensino pautada nos jogos. *Rev Min Educ Física.* 2013;Edição esp(9):221–7.
33. Araújo LM, Antonioli A, Schmit EFD, Candotti CT. Relation between posture and spine and pelvis flexibility: a systematic review. *Fisioter em Mov.* 2018;31(0):1–11.
34. Galbusera F, Bassani T. The spine: a strong, stable, and flexible structure with biomimetics potential. *Biomimetics.* 2019;4(60):1–20.

DISCUSSÃO GERAL

Os resultados dessa tese apresentados em formato alternativo, foram desenvolvidos de acordo com uma sequência estratégica. Desta forma, o primeiro artigo foi avaliar o efeito do TFM na composição corporal, na massa e na geometria ósseas e no desempenho físico e suas inter-relações. Os principais achados desse estudo indicaram que após 34 semanas de TFM, não foi observado efeito do treinamento nos parâmetros ósseos. Quanto à aptidão física, houve melhora no desempenho dos testes. A MM influenciou significativamente na massa e na geometria ósseas.

O objetivo do segundo artigo na tese teve como propósito, verificar a influência da prática de diferentes modalidades na composição corporal, na massa e na geometria ósseas e no desempenho físico e suas inter-relações e aprofundar suas relações. Assim, os achados indicaram que após 34 semana de prática de diferentes modalidades esportivas, não foi observado efeito do treinamento nos parâmetros ósseos, exceto para o futebol, que indicou relação positiva com a resistência óssea. Quanto à aptidão física, em relação ao tempo (T0xT1), foi observado diferença estatística com valores melhores em T1 em relação a T0 em todos os testes e em todos os grupos de modalidades esportivas, exceto no teste da barra fixa para o grupo NT.

Portando, a investigação em tópicos específicos foram fundamentais para a sequência dos artigos. Em resumo, as alterações encontradas em ambos os artigos, embora com tipo de treinamento diferente, apontam benefícios das atividades de resistência e força muscular, indicam efeito da MM diretamente na massa e geometria óssea, refletindo positivamente no desempenho de todos os testes físicos do artigo 1, e melhor desempenho no grupo da natação e triathlon militar/orientação no teste da natação, pois, os benefícios estão ligados diretamente com desempenho físico.

Pelo fato das atividades em ambos os estudos serem de alto impacto, e a natação apontar efeito positivo na massa óssea, são consideradas osteogênicas por possuírem algumas ações físicas similares (aceleração e desaceleração, mudanças rápidas de direção, saltos, entre outros). Ressalta-se que a EsPCEX preza a relação do estado físico e a saúde do militar, pois quando bem orientado, induz benefícios a saúde e condições para o desempenho. Portanto devem estar preparados

constantemente para suportar diferentes agentes estressores, que são bem evidenciados no combate, já que o treinamento visa, atender a operacionalidade e o cumprimento da missão (52).

CONCLUSÃO

Esta tese investigou as alterações do treinamento físico militar convencional e das modalidades esportivas na composição corporal, no desempenho físico e na massa e geometria ósseas em alunos do sexo masculino da Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro.

Em síntese, após 34 semanas de prática do TFM convencional e das modalidades esportivas, ambos, indicaram efeito positivo da massa magra pelo teste da *GEE*, que, por sua vez, influenciou diretamente na massa óssea e índices geométricos, visto que, a massa magra é uma importante variável que está relacionada diretamente ao desempenho físico, uma vez que auxilia em atividades que envolvem força, potência e resistência muscular.

Portanto, estas alterações em ambos os estudos, embora com tipo de treinamento diferente e com o efeito da MM diretamente nas variáveis ósseas através das atividades com sobrecarga, podem ajudar na manutenção do osso durante a idade adulta, atenuando o processo de perda de massa e força óssea em idades mais avançadas.

REFERÊNCIAS

1. Buck DW, Dumanian GA. Bone biology and physiology: Part I. The fundamentals. *Plast Reconstr Surg*. 2012;129(6):1314–20.
2. Suzan A. El Sayed; Trevor A. Nezwek; Matthew Varacallo. *Physiology, Bone*. Stat Pearls; 2018.
3. Kenkre JS, Bassett JHD. The bone remodelling cycle. *Ann Clin Biochem*. 2018;55(3):308–27.
4. Clarke B. Normal bone anatomy and physiology. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;Suppl 3:131–9.
5. Datta HK, Ng WF, Walker JA, Tuck SP, Varanasi SS. The cell biology of bone metabolism. *J Clin Pathol*. 2008;61(5):577–87.
6. Seeman E, Delmas PD. Bone Quality — The material and structural basis of bone strength and fragility. *N Engl J Med*. 2006;354(21):2250–61.
7. Seeman E. Bone modeling and remodeling. *Crit Rev Eukaryot Gene Expr*. 2009;19(3):219–33.
8. Florencio-Silva R, Sasso GRDS, Sasso-Cerri E, Simões MJ, Cerri PS. Biology of bone tissue: Structure, function, and factors that influence bone cells. *Biomed Res Int*. 2015;2015:17.
9. Lappe JM, Watson P, Gilsanz V, Hangartner T, Kalkwarf HJ, Oberfield S, et al. The longitudinal effects of physical activity and dietary calcium on bone mass accrual across stages of pubertal development. *J Bone Miner Res*. 2015;30(1):156–64.
10. Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2003;32(1):39–63.
11. B A. *Histologia Essencial*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2015. 120–21 p.
12. Junqueira, L.C.; Carneiro J. *Histologia Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2013. 132 p.
13. Tortora, G.J.; Derrickson B. *Corpo Humano: Fundamentos de Anatomia e Fisiologia*. Porto Alegre: Artmed; 2012. 119 p.
14. Crabtree NJ, Arabi A, Bachrach LK, Fewtrell M, El-Hajj Fuleihan G, Kecskemethy HH, et al. Dual-energy x-ray absorptiometry interpretation and reporting in children and adolescents: The revised 2013 ISCD pediatric official positions. *J Clin Densitom*. 2014;17(2):225–42.
15. Nana A, Slater GJ, Stewart AD, Burke LM. Methodology review: Using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people. Vol. 25, *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2015. p. 198–215.

16. Schoenau E, Neu CM, Beck B, Manz F, Rauch F. Bone mineral content per muscle cross-sectional area as an index of the functional muscle-bone unit. *J Bone Miner Res.* 2002;17(6):1095–101.
17. Leonard MB, Zemel BS. Assessment of bone mineralization in children and adolescents. Vol. 2, *Clinic Rev Bone Miner Metab.* 2004. p. 3–18.
18. Holick M.; Nieves J. *Nutrition and Bone Health.* 2th ed. New York: Bendich; 2015.
19. Pettersson U, Nordström P, Alfredson H, Henriksson-Larsén K, Lorentzon R. Effect of high impact activity on bone mass and size in adolescent females: a comparative study between two different types of sports. *Calcif Tissue Int.* 2000;67(3):207–14.
20. Siu WS, Qin L, Leung KS. pQCT bone strength index may serve as a better predictor than bone mineral density for long bone breaking strength. *J Bone Min Metab.* 2003;21(5):316–22.
21. Cummings SR, Bates D, Black DM. Clinical use of bone densitometry: scientific review. *J Am Med Assoc.* 2002;288(15):1889–97.
22. Lampignano J. *BMA. Textbook of radiographic positioning and related anatomy.* St. Louis, Missouri: Elsevier; 2014.
23. Sakhaee K, Poindexter J, Aguirre C. The effects of bariatric surgery on bone and nephrolithiasis. Vol. 84, *Bone.* 2016. p. 1–8.
24. Ondrak KS, Morgan DW. Physical activity, calcium intake and bone health in children and adolescents. *Sport Med.* 2007;37(7):587–600.
25. Vicente-Rodríguez G. How does exercise affect bone development during growth? *Sport Med.* 2006;36(7):561–9.
26. Schönau E. The peak bone mass concept: Is it still relevant? *Pediatr Nephrol.* 2004;19(8):825–31.
27. Santos KD, Petroski EL, Ribeiro RR, Guerra-Junior G. Bone quantity and quality in Brazilian female schoolchildren and adolescents. *J Bone Miner Metab.* 2009;27(4):507–12.
28. Löfgren B, Dencker M, Nilsson JÅ, Karlsson MK. A 4-year exercise program in children increases bone mass without increasing fracture risk. *Pediatrics.* 2012;129(6).
29. Carrascosa A, Gussinyé M, Yeste D, del Rio L, Audí L. Bone mass acquisition during infancy, childhood and adolescence. *Acta Pædiatrica.* 1995;84:18–23.
30. Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, Ilich JZ, Goel PK, Wright JK, et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. Inference from a cross-sectional model. *J Clin Invest.* 1994;93(2):799–808.

31. Teegarden D, Proulx WR, Martin BR, Zhao J, McCabe GP, Lyle RM, et al. Peak bone mass in young women. *J Bone Miner Res.* 1995;10(5):711–5.
32. Maeda SS SD. Guia prático em osteometabolismo. Segmento Farma; 2014. 1–151 p.
33. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sport Med.* 1451;54:20.
34. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. Position stand of the American College of Sports Medicine. *Schweiz Z Sport.* 1993;41(3):127–37.
35. Stephen A. Foulis, Julie M. Hughes, Leila A. Walker, Katelyn I. Guerriere, Kathryn M. Taylor, Susan P. Proctor KEF. Body mass does not reflect the body composition. *Int J Obes.* 2021;45:659–65.
36. Vaara JP, Kokko J, Isoranta M, Kyröläinen H. Effects of added resistance training on physical fitness, body composition, and serum hormone concentrations during eight weeks of special military training period. *J Strength Cond Res.* 2015;29:S168–72.
37. Malavolti M, Battistini NC, Dugoni M, Bagni B, Bagni I, Pietrobelli A. Effect of intense military training on body composition. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):503–8.
38. Mikkola I, Jokelainen JJ, Timonen MJ, Härkönen PK, Saastamoinen E, Laakso MA, et al. Physical activity and body composition changes during military service. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(9):1735–42.
39. Lima F, De Falco V, Baima J, Carazzato JG, Pereira RMR. 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.
40. Krahenbühl T, Barros-Filho ADA, Barbeta CJDO, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Geometric indices of femur bone strength in female handball players. *Women Heal.* 2020;00(00):1–11.
41. Carter MI, Hinton PS. Physical activity and bone health. *Mo Med.* 2014;111(1):59–64.
42. Vicente-Rodriguez G, Ara I, Perez-Gomez J, Dorado C, Calbet JAL. Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *Br J Sports Med.* 2005 Sep;39(9):611–6.
43. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *Am Acad Phys Med Rehabil.* 2011;3(9):861–7.
44. Cappellano J. Memorial da Escola Preparatória de Cadetes do Exército: da rua da fonte à fazenda chapadão, 65 anos de história. Campinas: Gráfica editora Multicolor; 2007.
45. Cappellano J. Diário da Escola Preparatória de Cadetes de São Paulo. Campinas: Exército Brasileiro- EGGCF; 2010.

46. Avila JA De. Efeito de sete meses de treinamento físico e de rotina militar na massa óssea de jovens adultos. (Tese de doutorado em Ciências da Universidade Estadual de Campinas); 2018.
47. Lohman TJ, Roache AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Publishers. 1991. 952 p.
48. Hangartner TN, Warner S, Brailon P, Jankowski L, Shepherd J. The official positions of the International Society for Clinical Densitometry: Acquisition of dual-energy X-ray absorptiometry body composition and considerations regarding analysis and repeatability of measures. *J Clin Densitom.* 2013;16(4):520–36.
49. Lees MJ, Beggs CB, Barlow MJ, Rutherford ZH, Bansil K, Gannon L, et al. Bone Density and cross-sectional geometry of the proximal femur are bilaterally elevated in elite cricket fast bowlers. *J Clin Densitom.* 2018;21(3):399–405.
50. Beck TJ, Ruff CB, Warden KE, Scott WW, Rao GU. Predicting femoral neck strength from bone mineral data. Vol. 25, *Invest Radiol.* 1990. p. 6–18.
51. El Hage RE, Zakhem E, Zunquin G, Theunynck D. Geometric indices of hip bone strength in male professional soccer players. *J Med Liban.* 2014;62(4):207–12.
52. Brasil. EB20-MC-10.350 Manual de Treinamento físico militar. Exército Brasileiro. 2015. 1–229 p.
53. Menezes GHD de. Edital N° 01 / Sconc, DE 29 de abril de 2016 Exército, concurso de admissão à escola preparatória de cadetes do exército. *Diário Oficial da União.* 2016. p. 25.
54. Melloni MAS, De Almeida Ávila J, Páscoa MA, De Oliveira Barbeta CJ, Cirolini VX, Gonçalves EM, et al. Can anthropometric, body composition, and bone variables be considered risk factors for musculoskeletal injuries in Brazilian military students? *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):1–8.
55. Cirolini VX. Influência do treinamento físico militar na massa gorda e massa isenta de gordura em jovens militares da escola de preparatória de cadetes do exército. (Tese de doutorado em Ciências da Universidade Estadual de Campinas); 2018.

ANEXOS

ANEXO 1

AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA A DIREÇÃO DA ESCOLA



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 ou 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.


Josefa Angélica 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 Junho de 2013.


JORGE ANTONIO SMICELATO –Cel
Comandante da EsPCEX

ANEXO 2

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PREDITIVAS PARA A AVALIAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA, MASSA ISENTA DE GORDURA E DO GASTO CALÓRICO DE REPOUSO EM CADETES DO EXERCITO: UM ESTUDO LONGITUDINAL

Pesquisador: MAURO ALEXANDRE PASCOA

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 54037316.0.0000.5404

Instituição Proponente: Faculdade de Ciências Médicas - UNICAMP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.458.524

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma emenda que visa inserir a aluna de doutorado, Camila Justino de Oliveira Barbeta, como membro da equipe de pesquisa e incluir mais um objetivo específico: "Influência do treinamento físico militar na geometria óssea em alunos da escola preparatória de cadetes do exército brasileiro".

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos principais foram mantidos e foi incluído o objetivo específico: "Influência do treinamento físico militar na geometria óssea em alunos da escola preparatória de cadetes do exército brasileiro".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Mantido em relação ao projeto original.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Segundo informações do pesquisador responsável contempladas no documento anexado "Emenda_MAURO_PASCOA.docx 10/07/2019 16:35:54 ": "Eu MAURO ALEXANDRE PÁSCOA, sob CPF de nº: 141.480.778-31, autorizo a inclusão da pesquisadora CAMILA JUSTINO DE OLIVEIRA BARBETA, doutoranda em Saúde da Criança e do Adolescente na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) sob RA de nº: 152004, CPF de nº: 064.045.929 -32, no projeto de pesquisa

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



Continuação do Parecer: 3.458.524

"VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PREDITIVAS PARA A AVALIAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA, MASSA ISENTA DE GORDURA E DO GASTO CALÓRICO DE REPOUSO EM CADETES DO EXÉRCITO: UM ESTUDO LONGITUDINAL" com o CAAE Nº: 54037316.0.0000.5404 já aprovado pelo CEP. Ela fará uso dos seguintes dados: Identificação (nome, sobrenome, data de nascimento, data da coleta), Antropometria (peso, altura e índice de massa corporal), DXA (Densidade Mineral Óssea (DMO) e Conteúdo Mineral Óssea (CMO) de corpo total, coluna, fêmur e geometria óssea de quadril). Intitulado, "INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO FÍSICO MILITAR NA GEOMETRIA ÓSSEA EM ALUNOS DA ESCOLA PREPARATÓRIA DE CADETES DO EXÉRCITO BRASILEIRO" com o objetivo de "Verificar a alterações do treinamento físico militar na geometria óssea em alunos/aspirantes militares do sexo masculino da Escola Preparatória de Cadetes do Exército Brasileiro (EsPCEx)".

JUSTIFICATIVA

A maioria dos alunos que ingressam na EsPCEx não possuem histórico de prática sistemática e regular de exercícios físicos. Eles são provenientes de diversas regiões do país e assim como são de diferentes níveis socioeconômicos, com idade entre 17 a 22 anos. Após o início do ano letivo, devido às características peculiares do regime militar de treinamento físico militar (TFM), estes alunos sofrem significativa alteração no seu nível de atividade física, devido às peculiaridades da profissão militar. Este incremento promove um desempenho físico eficaz no cotidiano da tarefa militar do aluno, sendo ponto chave para sucesso físico durante sua permanência na escola de cadetes.

Mediante essas constatações, é de suma importância avaliar a densidade mineral óssea, suas variáveis e os índices geométricos, pois contribuirá para melhor entendimento do perfil físico e da composição corporal dos ingressantes. Dando suporte necessário aos responsáveis que estão diretamente ligados aos alunos, bem como na aplicação do treinamento físico militar (TFM), no rendimento das provas e na prevenção de futuras lesões."

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Na avaliação desta emenda foram analisados os seguintes documentos anexados:

- 1-PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1395903_E1.pdf 10/07/2019 16:38:02;
- 2-Emenda_MAURO_PASCOA.docx 10/07/2019 16:35:54;
- 3-Projeto_de_Pesquisa.docx 10/07/2019 16:35:31

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda aprovada.

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



Continuação do Parecer: 3.458.524

Considerações Finais a critério do CEP:

- O participante da pesquisa deve receber uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (quando aplicável).
- O participante 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 (quando aplicável).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Se o pesquisador considerar a descontinuação do estudo, esta deve ser justificada e somente ser realizada após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou. O pesquisador deve aguardar o parecer do CEP quanto à descontinuação, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao participante ou quando constatar a superioridade de uma estratégia diagnóstica ou terapêutica oferecida a um dos grupos da pesquisa, isto é, somente em caso de necessidade de ação imediata com intuito de proteger os participantes.
- 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 adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas e aguardando a aprovação do CEP para continuidade da pesquisa. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial.
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data deste parecer de aprovação e ao término do estudo.
- Lembramos que segundo a Resolução 466/2012, item XI.2 letra e, "cabe ao pesquisador apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento".

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



Continuação do Parecer: 3.458.524

-O pesquisador deve manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1305903_E1.pdf	10/07/2019 16:38:02		Aceito
Outros	Emenda_MAURO_PASCOA.docx	10/07/2019 16:35:54	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.docx	10/07/2019 16:35:31	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito
Outros	Carta_Resposta_CEP.pdf	13/05/2016 08:53:44	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.pdf	13/05/2016 08:52:14	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	13/05/2016 08:51:43	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	AtestadoMatricula.pdf	02/05/2016 10:53:38	Renata Maria dos Santos Celeghini	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	29/04/2016 02:16:09	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	carta_autorizacao_EscolaPreparatoriaDeCadetesDoExercito.pdf	17/03/2016 13:34:45	Renata Maria dos Santos Celeghini	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_Provisoria.pdf	10/03/2016 15:26:23	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.PDF	10/03/2016 15:25:24	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito
Outros	Carta_justificativa.pdf	10/03/2016 15:21:39	MAURO ALEXANDRE PASCOA	Aceito

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 125
 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



Continuação do Parecer: 3.458.524

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINAS, 17 de Julho de 2019

Assinado por:
Renata Maria dos Santos Celeghini
(Coordenador(a))

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

Consumo de cálcio de fontes não lácteas	250
TOTAL	

PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA

Praticou algum desporto ou modalidade? Se sim, quais?

MODALIDADE	ANO DE INÍCIO	Nº DE ANOS	HORAS DE TREINO/SEMANA	Nº DE MESES/ANO

VALORES DAS AVALIAÇÕES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL:

VARIÁVEIS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3
Altura			
Peso			
BIA – Reactância			
BIA – Resistência			
IMC			
DOBRAS CUTÂNEAS			
Bíceps			
Tricipital			
Subescapular			
Abdominal			
Supra ilíaca			
Coxa			
Panturrilha			

ANEXO 4**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

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 2014.

Pesquisador responsável: Mauro Augusto Schreiter Melloni

Outro pesquisador: Josiel de Almeida Ávila

Orientador: Prof. Dr. Gil Guerra-Júnior

Coorientador: Dr. Ezequiel Moreira Gonçalves

Número do CAAE:

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos e deveres como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houverem perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo. **Justificativa e objetivos do projeto:** O engajamento frequente de sujeitos em programas de condicionamento físico adotados em organizações militares, pode ocasionar uma série de alterações fisiológicas e de composição corporal, ao passo em que também aumenta o risco de ocorrência lesões musculoesqueléticas e, por consequência, de prejuízos de afastamento. Dessa forma, o presente projeto de pesquisa, denominado “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 2014”, tem por objetivos comparar a massa óssea avaliada por meio da densitometria óssea (DXA) e da ultrassonografia quantitativa (QUS) em alunos da EsPCEEx, no início do ano letivo e após seis meses de rotina militar e de exercícios físicos, e verificar se

alunos que sofreram algum tipo de lesão ortopédica no decorrer do ano letivo apresentaram perfil de massa óssea e composição corporal característicos quando comparados a alunos não lesionados neste mesmo período. **Procedimentos:** participando do estudo você está sendo convidado a: submeter-se a uma avaliação clínica com medidas de peso, estatura e pregas cutâneas, gordura corporal por impedância bioelétrica, massa óssea por QUS, e densidade mineral óssea por DXA. Serão realizadas medidas de peso, altura e dobras cutâneas, onde um compasso específico (adipômetro) é colocado sobre a pele e é realizado um leve beliscão na pele para medir a gordura que está entre a pele e o músculo; a dor é mínima e cada medida dura cerca de 5 segundos. Em relação à bioimpedância, você deverá ficar deitado em uma maca e serão colocados adesivos em sua pele (2 na mão direita e 2 no pé direito). Uma pequena corrente elétrica, que não é sentida pelo avaliado, passa pelo seu corpo por alguns segundos, e o teste todo dura cerca de 5 minutos. A ultrassonografia quantitativa é um ultrassom nas falanges proximais do 2o ao 5o dedo da mão não-dominante, onde é passado um gel especial e não há emissão de radiação. Na densitometria radiológica de dupla energia (DXA) você deverá ficar deitado e parado por cerca de 15 minutos, tempo que dura o exame. Durante esse tempo, um pequeno feixe de luz vai fotografar o seu corpo de cima abaixo e transmitir esses dados para o computador. Não causa dor e a exposição à radiação é mínima.

Também lhe será solicitado que preencha um questionário e entregue ao responsável pela pesquisa junto com a assinatura deste termo de consentimento. O preenchimento do questionário levará em torno de 5 minutos. Todas estas avaliações serão realizadas no Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da FCM-UNICAMP com a garantia do pesquisador de lhe oferecer transporte de ida e volta. Estas medidas serão realizadas em dois momentos do período letivo; no início (abril/2014) e no final (outubro ou novembro/2014). **Benefícios:** será obtido, com a participação no estudo, a vantagem de conhecer sua massa óssea e composição corporal e as suas evoluções após um período letivo na EsPCEX. Além disso, se for identificada alguma alteração nas variáveis mensuradas como, por exemplo, baixa densidade mineral óssea, você receberá uma carta informando sobre a situação e será convidado para atendimento no Hospital de Clínicas da UNICAMP para avaliação clínica, nutricional, radiológica e laboratorial. **Sigilo e privacidade:** a avaliação proposta pelo estudo somente será realizada com a sua prévia autorização, mediante apresentação

do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente preenchido e assinado por você ou o responsável legal. Toda a informação médica, assim como os resultados desse projeto de pesquisa, serão mantidos em absoluto sigilo. Se os resultados ou informações fornecidas forem utilizados para fins de publicação científica, nenhum nome será mencionado. Sua participação nesse projeto de pesquisa é voluntária e você poderá recusar ou retirar o 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 ou josiel_sm@yahoo.com.br ou (19)3521-8985. Denúncias ou queixas podem ser feitas a qualquer tempo ao CEP da UNICAMP pelo telefone (19)3521-8936 ou pelo e-mail cep@fcm.unicamp.br

Consentimento livre e esclarecido: Após ter sido esclarecido sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do participante: _____

Data de nascimento ____/____/____.

Assinatura do participante ou nome e assinatura do responsável: _____

Local e data _____

Endereço: _____

Telefone _____

Responsabilidade do Pesquisador: Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma cópia deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. 63 Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Assinatura do pesquisador Data: