



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

CYNTHIA CORREA LOPES BARBOSA

**APTIDÃO MUSCULAR NA INFÂNCIA E NA ADOLESCÊNCIA  
E SAÚDE ÓSSEA NA IDADE ADULTA**

---

Londrina  
2019

CYNTHIA CORREA LOPES BARBOSA

**APTIDÃO MUSCULAR NA INFÂNCIA E NA ADOLESCÊNCIA  
E SAÚDE ÓSSEA NA IDADE ADULTA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do Título de Doutora em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque.

Londrina  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Barbosa, Cynthia Correa Lopes.

Aptidão muscular na infância e na adolescência e saúde óssea na idade adulta / Cynthia Correa Lopes Barbosa. - Londrina, 2019.  
121 f.

Orientador: Enio Ricardo Vaz Ronque.

Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2019.  
Inclui bibliografia.


1. aptidão muscular - Tese. 2. saúde óssea - Tese. 3. estudo longitudinal - Tese. I. Ronque, Enio Ricardo Vaz. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CYNTHIA CORREA LOPES BARBOSA

**APTIDÃO MUSCULAR NA INFÂNCIA E NA ADOLESCÊNCIA E  
SAÚDE ÓSSEA NA IDADE ADULTA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do Título de Doutora em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque (Orientador)  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Marcelo Romanzini (Interno)  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes (Externo)  
Universidade Norte do Paraná

---

Prof. Dr. Ezequiel Moreira Gonçalves (Externo)  
Universidade Estadual do Norte do Paraná

---

Prof. Dr. Rômulo Araújo Fernandes (Externo)  
Universidade Estadual Paulista

Londrina, 22 de janeiro de 2019.

## DEDICO

Dedico este trabalho à honra e glória de Deus e à minha família, em especial:

Ao meu pai, Wilson Correa Lopes, que muitas vezes vi chorar e pedir desculpas por não poder custear um colégio privado, um curso de informática ou língua estrangeira à filha que gostava de estudar, mas que sempre foi exemplo aplicado de honestidade, responsabilidade, esforço e dedicação. Tenha a certeza de que suas condutas foram fundamentais para que eu chegasse até aqui, meu amado papai.

À minha mãe, Neuza Aparecida Lopes, que não compreende muito bem o que é uma pós-graduação por só ter tido a oportunidade de estudar até a quarta série do ensino fundamental, mas que nunca mediu esforços para me apoiar. Desde a graduação, sempre me esperando chegar da estrada, e nos últimos anos, cuidando carinhosamente dos meus filhos para que eu pudesse trabalhar e estudar. Querida mamãe, receba esta dedicatória como reconhecimento e admiração.

Ao meu grande amor e marido, Leandro Augusto Rodrigues Barbosa, verdadeiro companheiro, sempre presente nas tarefas diárias. Só com muito amor para suportar uma doutoranda... Se o título vier, ele é nosso!

Aos meus filhos, Pedro e João Augusto Lopes Barbosa, minhas inspirações, por serem amorosos, parceiros e compreensivos nas ausências da mamãe.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, minha gratidão eterna, por proporcionar vida, saúde, proteção, oportunidades e pessoas especiais.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque, pela paciência, compreensão, orientação e ensinamentos. Com grande talento, escalou e instruiu um time de mulheres. Capacitou, promoveu desafios, proporcionou experiências inigualáveis e fundamentais na formação de um docente pesquisador. Muito obrigada por tudo, inclusive por permitir conhecer uma pessoa tão amável, especial e querida como é sua esposa Denise Ueda Vaz Ronque.

Às mulheres de grande personalidade do time "*Tracking*", Catiana Leila Possamai Romanzini, Gabriela Blasquez Shigaki e Mariana Biagi Batista, profissionais competentes, dedicadas, admiráveis. Só nós sabemos a intensidade dos momentos vividos, dos desafios enfrentados, dos estresses, do companheirismo, da responsabilidade, da fidelidade e do respeito que tivemos umas com as outras, com o nosso orientador e com o projeto que juntos idealizamos e realizamos. Minha gratidão é imensa, minha satisfação em tê-las como amigas também.

Aos professores doutores das bancas examinadoras de qualificação e defesa, Dartagnan Pinto Guedes, Rômulo Araújo Fernandes, Marcelo Romanzini, Denilson de Castro Teixeira, Ezequiel Moreira Gonçalves, admiráveis docentes e pesquisadores, muito obrigada pelas contribuições a este trabalho e à minha formação acadêmica.

À Universidade Estadual de Londrina, pela oportunidade de trabalhar com o banco de dados do projeto intitulado *Tracking* dos indicadores da aptidão física relacionada à saúde em escolares. Agradeço também por todas as experiências vividas nestes 18 anos de relacionamento, entre graduação, intervalos e pós-graduação. Amor e gratidão a esta instituição e a todos os docentes envolvidos em minha capacitação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio do Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP).

Aos voluntários do estudo, tão comprometidos ao propósito a que foram convidados a participar, fundamentais à concretização dos nossos anseios, jamais os esquecerei.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, instituição na qual desejo cada vez melhor servir, muito obrigada pelo período de afastamento concedido à minha capacitação. Ao campus Apucarana, em especial aos amigos do DAHUM e da DIREC, agradeço a compreensão, colaboração e incentivo.

Ao Laboratório de Atividade Física e Saúde, especificamente ao GEPAFE e GEEAFISCS, muito obrigada pelos conhecimentos, troca de experiências e convivência. Grupo unido, comprometido e focado, entre os companheiros, destaco alguns com os quais tive oportunidade de maior convivência, desenvolver grande afinidade, amizade e admiração: Camila Panchoni, Julio Cesar da Costa, Lidyane Ferreira Zambrin, Luiz Fernando Ramos Silva, Maria Raquel de Oliveira Bueno, Mileny Freitas, Paulo Henrique Borges e Vinícius Muller Reis Weber.

A todos os envolvidos nos procedimentos de coletas de dados, minha gratidão: Julio Cesar da Costa; João Pedro Alves Nunes; Luiz Fernando Ramos Silva; Flávio Afonso Montes, parceiros do Hospital Universitário, representados por Dr. Décio Sabbatini Barbosa, Dra. Danielle Venturini, Me. Alessandra Miyuki Okino, Me. Jair A. de Oliveira; à equipe da Clínica de Radiologia e Diagnóstico Avançado em Imagem MP Diagnósticos, representada por Verônica da Silva André, por toda dedicação no agendamento e realização dos exames.

*Porque Dele, e por meio Dele, e para Ele são todas as coisas. A Ele, pois, a glória eternamente.*

**Romanos 11:36**

BARBOSA, Cynthia Correa Lopes. **Aptidão muscular na infância e na adolescência e saúde óssea na idade adulta**. 2019. 121 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

**Objetivo geral:** Analisar a relação entre indicadores da aptidão muscular (IAM) na infância e na adolescência e indicadores de saúde óssea (ISO) na idade adulta. **Métodos:** Participaram do estudo 148 adultos saudáveis (75 homens e 73 mulheres;  $22,3 \pm 1,7$  anos) que continham dados anteriores em idades entre 6 e 12 anos. Foram realizadas as seguintes medidas, da infância (aos 9, 10, 11 e 12 anos) à idade adulta (22 anos), totalizando cinco momentos: estatura e massa corporal; IAM: preensão manual membro dominante (PMD), salto em distância parado (SD), abdominal, escore AM (escore z de PMD+SD+abdominal). Na idade adulta, foram obtidos os ISO, sendo densidade mineral óssea (DMO) do corpo total, braços, pernas, tronco, colo femoral direito e L1-L4, estimados por DXA (Lunar DPX-NT). Para análise dos dados utilizou-se a estatística descritiva para caracterização da amostra, os testes *t* de Student, *U* de Mann-Whitney e ANCOVA com *post hoc* de Sidak para comparações, trajetória baseada em grupos para identificação das trajetórias desenvolvimentais dos IAM, regressão linear múltipla para a relação entre IAM na infância e DMO das diferentes regiões na idade adulta e análise de mediação para verificar a mediação de IAM na idade adulta nesta relação, significância em  $p < 0,05$ . **Resultados:** Observou-se até quatro diferentes trajetórias desenvolvimentais para os IAM: a) aumento pouco expressivo, b) aumento gradual, c) alternando aumento gradual e menos expressivo e, d) aumento consistente. Entre os rapazes, os voluntários com trajetória de aumento consistente nos IAM apresentaram DMO de algumas regiões de interesse cinco a 10% maior que os da trajetória gradual, fato não observado nas moças, entre as quais poucas apresentaram trajetória de aumento consistente. Análise de regressão revelou que os IAM na infância apresentaram relação com ISO, sendo: PMD com DMO total, braços e tronco; abdominal com DMO L1-L4 e tronco; e escore AM com DMO tronco. Os modelos de IAM na infância ajustados por sexo, idade e escore z do IMC na infância, explicaram ISO de 6% (abdominal x DMO L1-L4) a 58% (PMD x DMO braços). Análise de mediação apontou: PMD adulto mediou as relações entre PMD infância e DMO total [efeito indireto (EI)=0,0026; intervalo de confiança 95% (IC95%)=0,0006; 0,005], DMO braços (EI=0,0018; IC95%=0,0008; 0,0031) e DMO tronco (EI=0,0024; IC95%=0,0003; 0,0050); efeito direto do abdominal na infância com a DMO L1-L4 (EI=-0,0008; IC95%=-0,0023; 0,0005) e um efeito total com a DMO tronco (EI=0,0002; IC95%=-0,0006; 0,0012); efeito total do escore da AM infância na DMO do tronco (EI=0,0031; IC95%=-0,0006; 0,0080). **Conclusão:** Ossos mais resistentes na idade adulta foram encontrados entre os participantes com aumento consistente nos IAM da infância à idade adulta, especialmente entre os rapazes. Alguns IAM na infância apresentaram relação positiva em magnitude baixa a moderada com DMO de diferentes regiões de interesse na idade adulta e a maioria dessas relações foram mediadas por IAM adulto.

**Palavras-chave:** Força muscular. Densidade mineral óssea. Aptidão física. Criança. Adolescente. Adulto jovem.

BARBOSA, Cynthia Correa Lopes. **Muscular fitness in childhood and adolescence and bone health in adulthood.** 2019. 121 p. Thesis (Doctorate in Physical Education) – State University of Londrina, Londrina, 2019.

## ABSTRACT

**Overall objective:** To analyze the relationship between muscular fitness indicators (MFI) in childhood/adolescence and bone health indicators (BHI) in adulthood. **Methods:** A total of 148 healthy adults (75 males and 73 females,  $22.3 \pm 1.7$  years) with previous data ranging from 6 to 12 years old participated in the study. The following measures were taken from childhood (at 9, 10, 11 and 12 years) to adult age (22 years), totaling five moments: height and body mass; MFI: dominant handgrip (DH), standing long jump (SJ), sit-up, MF score (z score of DH+SJ+sit-up). In adulthood, BHI were obtained, with bone mineral density (BMD) of the total body, arms, legs, trunk, right femoral neck and L1-L4, estimated by DXA (Lunar DPX-NT). For the data analysis, we used descriptive statistics to characterize the sample; Student's *t* test, U of Mann-Whitney, ANCOVA with Sidak post hoc for comparison; group-based trajectory to identify the developmental trajectories of MFI; multiple linear regression for the relationship between MFI in childhood and BMD in adulthood of the different regions and mediation analysis to verify the mediation of MFI in adulthood in this relation;  $p < 0.05$  significance. **Results:** We observed up to four different developmental trajectories for MFI: a) little expressive increase, b) gradual increase, c) gradual alternation with less expressive, and d) consistent increase. Among the boys, volunteers with a consistent increase in MFI presented BMD of some regions of interest five to 10% greater than those of the gradual trajectory, a fact not observed in girls, among which few presented a consistent increase trajectory. Regression analysis revealed that MFI in childhood was related to BHI, being: DH with total BMD, arms and trunk; sit-up with BMD L1-L4 and trunk; and MF score with BMD trunk. The MFI models in childhood adjusted by gender, age and Z score of BMI in childhood, explained BHI of 6% (sit-up x BMD L1-L4) to 58% (DH x BMD arms). Analysis of mediation pointed out: DH adult mediated the relationships between DH childhood and total BMD [indirect effect (IE) = 0.0026; 95% confidence interval (95%CI) = 0.0006; (IE = 0.0018, 95%CI = 0.0008, 0.0031) and BMD Trunk (IE = 0.0024, 95%CI = 0.0003, 0.0050); direct effect of the sit-up in childhood with the BMD L1-L4 (IE=-0,0008; 95%CI=-0,0023; 0,0005) and a total effect with BMD trunk (IE=0,0002; 95%CI=-0,0006; 0,0012); total effect of childhood AM score on trunk BMD (IE=0,0031; 95%CI=-0,0006; 0,0080). **Conclusion:** More resistant bones in adulthood were found among participants with a consistent increase in MFI from infancy to adulthood, especially among boys. Some childhood MFI had a positive relation in low to moderate magnitude with BMD of different regions of interest in adulthood, and most of these relations were mediated by adult MFI.

**Key words:** Muscular strength. Bone mineral density. Physical fitness. Child. Adolescent. Adult young.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANCOVA	Análise de covariância
BUA	Coeficiente de atenuação do som
CEFE	Centro de Educação Física e Esporte
CMO	Conteúdo Mineral Ósseo
DMO	Densidade Mineral Óssea
DP	Desvio Padrão
DXA	Absorciometria por dupla emissão de raios X
Escore AM	Escore de aptidão muscular (somatória do escore z da PMD+SD+abdominal)
GEEAFISCS	Grupo de Estudo em Epidemiologia da Atividade Física e do Comportamento Sedentário
GEPAFE	Grupo de Estudo e Pesquisa em Atividade Física e Exercício
IAM	Indicadores da Aptidão Muscular
IMC	Índice de Massa Corporal
ISO	Indicadores de Saúde Óssea
PMD	Preensão manual dominante
PMO	Pico de Massa Óssea
PRISMA	<i>Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PVC	Pico de Velocidade do Crescimento
QUI	Índice de ultrassom quantitativo
SD	Salto em distância parado
SOS	Velocidade do som
STROBE	<i>Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UEL	Universidade Estadual de Londrina

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.1 -</b>	Representação da massa óssea ao longo da vida em indivíduos que alcançam e não alcançam o potencial genético em virtude dos fatores inadequados do estilo de vida .....	17
<b>Figura 1.2 -</b>	Modelo conceitual de relação entre aptidão muscular e saúde óssea na idade adulta. ....	22
<b>Figura 2.1 -</b>	Procedimentos de determinação da amostra.....	25
<b>Figura 2.2 -</b>	Ilustração dos posicionamentos corporais para a realização dos exames de densitometria da região lombar e do fêmur .....	28
<b>Figura 3.1 -</b>	Diagrama do processo de seleção dos artigos .....	38
<b>Figura 4.1 -</b>	Trajetórias desenvolvimentais da PMD (a), do abdominal (b) e do SD (c) com intervalo de confiança (IC) a 95% .....	59
<b>Figura 5.1 -</b>	Modelos de mediação dos indicadores da aptidão muscular na idade adulta na relação entre indicadores da aptidão muscular na infância e densidade mineral óssea de diferentes regiões de interesse na idade adulta.....	81

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1 -</b>	Erro técnico de medida intra-avaliador e coeficiente de correlação intraclassa entre duas séries de medidas repetidas de variáveis antropométricas e indicadores da aptidão muscular de adultos jovens.....	29
<b>Tabela 2.2 -</b>	Análise de <i>dropout</i> .....	30
<b>Tabela 3.1 -</b>	Adaptação da listagem de verificação STROBE para classificação da qualidade dos estudos observacionais da presente revisão sistemática.....	36
<b>Tabela 3.2 -</b>	Descrição da avaliação de qualidade dos estudos incluídos na presente revisão sistemática. Critérios adaptados da listagem de verificação STROBE.....	40
<b>Tabela 3.3 -</b>	Resultados dos estudos incluídos na revisão sistemática .....	40
<b>Tabela 4.1 -</b>	Características descritivas dos participantes considerando sexo e momento de avaliação .....	58
<b>Tabela 4.2 -</b>	Características descritivas das variáveis ósseas na idade adulta (momento 5).....	58
<b>Tabela 4.3 -</b>	Comparações das médias das variáveis ósseas entre os grupos de trajetórias desenvolvimentais de cada indicador da aptidão muscular para o sexo masculino.....	60
<b>Tabela 4.4 -</b>	Comparações das médias das variáveis ósseas entre os grupos de trajetórias desenvolvimentais de cada indicador da aptidão muscular para o sexo feminino.....	61
<b>Tabela Suplementar 4.1 -</b>	Processo de busca do modelo de trajetórias para preensão manual membro dominante.....	70
<b>Tabela Suplementar 4.2 -</b>	Processo de busca do modelo de trajetórias para abdominal .....	70
<b>Tabela Suplementar 4.3 -</b>	Processo de busca do modelo de trajetórias para salto em distância parado .....	71
<b>Tabela 5.1 -</b>	Características descritivas da amostra .....	78
<b>Tabela 5.2 -</b>	Análise de <i>dropout</i> .....	79

<b>Tabela 5.3 -</b>	Relação entre indicadores da aptidão muscular na infância e densidade mineral óssea de diferentes regiões de interesse na idade adulta .....	80
---------------------	--	----

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	15
<b>1</b> <b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1      O PROBLEMA E SUA RELEVÂNCIA .....	15
1.2      OBJETIVOS E ESTRUTURA DA TESE .....	22
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	24
<b>2</b> <b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	24
2.1      DESENHO E PARTICIPANTES DO ESTUDO .....	24
2.1.1    Amostra .....	24
2.2      VARIÁVEIS DO ESTUDO.....	26
2.2.1    Antropometria .....	26
2.2.2    Indicadores da Aptidão Muscular (IAM).....	26
2.2.2.1    Prensão manual .....	26
2.2.2.2    Salto em distância parado .....	27
2.2.2.3    Teste abdominal .....	27
2.2.3    Indicadores de saúde óssea (ISO) .....	27
2.3      PROCEDIMENTOS GERAIS PARA COLETA DOS DADOS .....	28
2.4      CONTROLE DA QUALIDADE DOS DADOS .....	29
2.5      ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	30
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	32
<b>3</b> <b>ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA</b> .....	32
3.1      APTIDÃO NEUROMUSCULAR NA JUVENTUDE E SEU IMPACTO NA SAÚDE ÓSSEA NA IDADE ADULTA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. ....	32
Introdução .....	33
Métodos .....	36
Resultados .....	37
Discussão .....	45
Conclusão .....	48
Referências .....	48

<b>CAPÍTULO 4</b> .....	52
4.1 TRAJETÓRIAS DESENVOLVIMENTAIS DA APTIDÃO MUSCULAR DA INFÂNCIA À IDADE ADULTA E O EFEITO NA MASSA ÓSSEA NA IDADE ADULTA.....	52
Introdução .....	53
Métodos .....	56
Resultados .....	59
Discussão .....	62
Conclusão .....	65
Referências .....	65
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	72
5.1 RELAÇÃO ENTRE APTIDÃO MUSCULAR NA INFÂNCIA E DENSIDADE MINERAL ÓSSEA NO ADULTO: ANÁLISE DE MEDIAÇÃO DA APTIDÃO MUSCULAR NA IDADE ADULTA .....	72
Introdução .....	73
Métodos .....	74
Resultados .....	78
Discussão .....	82
Conclusão .....	86
Referências .....	86
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	90
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	90
<b>LISTA DE REFERÊNCIAS</b> .....	92
<b>ANEXOS</b> .....	102
ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina.....	103
ANEXO B – Instrumento de estratificação de risco. ....	107
<b>APÊNDICES</b> .....	108
APÊNDICE A – Perfil criado em rede social.....	109

APÊNDICE B – Convite para envio dos dados .....	110
APÊNDICE C – Contato para agendamento de encontro .....	111
APÊNDICE D – Script de ligação .....	112
APÊNDICE E – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	113
APÊNDICE F – Questionário aplicado aos participantes .....	115
APÊNDICE G – Termo de consentimento para realização do exame de DXA ...	120

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO

#### 1.1 O problema e sua relevância

A osteoporose é uma desordem osteometabólica que compromete a resistência dos ossos e aumenta o risco de fraturas (NIH CONSENSUS, 2001; LORENTZON; CUMMINGS, 2015). Trata-se de uma doença silenciosa, muitas vezes revelada somente após ocorrência da ruptura do tecido ósseo (JAHAN, 2015) e, demanda atenção, dado a alguns fatores, tais como: alta prevalência em idosos, o aumento global da longevidade e da proporção de idosos na população.

Nos 27 países da União Europeia, estimou-se que 22 milhões de mulheres e 5,5 milhões de homens teriam osteoporose, custo equivalente a 37 bilhões de euros em 2010 com previsão de aumento em 25% para o ano de 2025 (HERNLUND et al, 2013). Uma auditoria realizada em 14 países da América Latina apontou escassez de estudos epidemiológicos, de custos e ônus da osteoporose nessa região, e encontrou tratamento prioritário à osteoporose pelo sistema de saúde apenas no Brasil, em Cuba e no México. Presume-se uma prevalência de osteoporose por volta de 15 a 33% entre mulheres pós-menopausa e de 6 a 16% entre homens idosos no Brasil (IOF, 2012).

As fraturas, principal consequência da osteoporose, ocorrem com maior frequência no quadril, nas vértebras e no antebraço, afetam milhares de pessoas (CLARK et al, 2009; ZERBINI et al., 2015), prejudicam a qualidade de vida (BORGSTROM et al., 2013), reduzem a capacidade funcional (GARCIA et al., 2006) e aumentam a taxa de mortalidade (KANIS et al., 2003). Estimativa do risco de fratura osteoporótica em 10 anos apontou que por volta de 158 milhões de indivíduos ( $\geq 50$  anos) apresentavam risco elevado de fratura osteoporótica em 2010 e que este número poderia dobrar em 2040 (ODÉN et al., 2015). Um ônus socioeconômico relevante e, para exemplificar, calcula-se um custo direto aproximado de US\$ 3900 a uma fratura de quadril no Brasil (IOF, 2012).

Diante disso, é imprescindível prevenir ou retardar o aparecimento dessa doença. A osteoporose senil resulta dos processos de baixo pico de massa óssea (PMO) (BASS et al., 1999) e/ou de perda óssea acentuada com o envelhecimento

(HANSEN et al., 1991). A variabilidade da taxa de PMO é maior do que a da taxa de perda óssea (HUI; SLEMENDA; JR, 1990). Portanto, otimizar o PMO é fundamental para amenizar as consequências do processo fisiológico de perda com o envelhecimento.

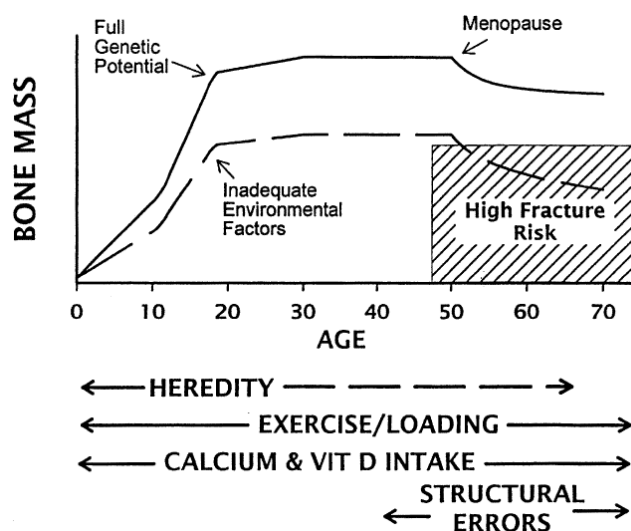
O PMO é compreendido como o acúmulo máximo de massa óssea até o alcance de uma estabilização que acontece no início da idade adulta (HEANEY et al., 2000). A massa óssea, expressa em gramas (g) enquanto conteúdo mineral ósseo (CMO) e em gramas por centímetro quadrado ( $\text{g/cm}^2$ ) ao se relativizar pela área óssea e denominar densidade mineral óssea (DMO), conjuntamente com outros componentes como a microarquitetura e a macroarquitetura óssea, propicia resistência aos ossos (REID, 2013). O PMO ocorre no final da segunda ou no início da terceira década de vida, podendo variar conforme o sexo e o local analisado, com nenhum acréscimo significativo observado no CMO do corpo total após seis anos do pico de velocidade do crescimento (PVC), da região lombar e quadril total após quatro anos do PVC e do colo femoral após dois anos do PVC (BAXTER-JONES et al., 2011).

A genética é o fator de maior variação na DMO, respondendo de 50 a 85% da variabilidade (BOUDIN et al., 2016), inclusive do PMO, mas outros fatores não modificáveis, como a etnia, o sexo e a maturação, também são elencados como determinantes do PMO (WEAVER et al., 2016). Quanto à etnia, asiáticos e hispânicos apresentam menor DMO quando comparados aos caucasianos, estes, por sua vez, menor valor que afro-americanos (NORRIS; MICKLESFIELD; PETTIFOR, 2013). Com relação ao sexo, homens apresentam maior CMO e DMO comparados às mulheres, mas essa diferença é enfatizada somente a partir da puberdade. O efeito da maturação biológica precisa ser melhor investigado, mas há indicativos de maior CMO e DMO aos que maturam precocemente (GILSANZ et al., 2011; WEAVER et al., 2016).

Fatores modificáveis quando inadequados podem moderar a aquisição de massa óssea e limitar o potencial de PMO determinado predominantemente pela genética. Dentre estes fatores, podem ser citados a nutrição, especificamente quantidades insuficientes de cálcio e vitamina D, o consumo excessivo de bebidas alcoólicas, o uso de tabaco, o uso de contraceptivos e a prática insuficiente de atividade física (HEANEY et al., 2000; WEAVER et al., 2016).

A Figura 1.1 ilustra a ocorrência do PMO entre os 20 e 30 anos de idade e o efeito limitador da adoção de um estilo de vida inadequado na determinação do pico. Dos 20 aos 40 anos há um momento de estabilidade, seguido de redução, que se acentua nas mulheres menopáusicas. Portanto, se um baixo PMO é alcançado, a osteoporose pode ser desenvolvida precocemente. Por outro lado, se o PMO é otimizado pode-se retardar a fragilização dos ossos e reduzir o risco de fraturas (HEANEY et al., 2000; WEAVER et al., 2016).

**Figura 1.1** - Representação da massa óssea ao longo da vida em indivíduos que alcançam e não alcançam o potencial genético em virtude dos fatores inadequados do estilo de vida.



Fonte: Heaney et al., (2001).

Weaver et al. (2016) apontaram forte evidência do efeito da atividade física e do exercício físico na massa óssea. O tecido ósseo também pode se beneficiar pelo aprimoramento da aptidão muscular na infância e na adolescência (ORTEGA et al., 2008; SMITH et al., 2014). O efeito das cargas mecânicas no tecido ósseo, impostas pela atividade física, exercício físico e aptidão muscular, se dá por meio da interação dos ossos com os músculos (EVANS, 2013), via contração muscular (ROBLING, 2009). A plausibilidade biológica desta interação se fundamenta nas teorias mecanostática, mecanossensação e transdução.

Segundo a teoria mecanostática, o osso sofre deformações internas e adaptações mecânicas de acordo ao que é submetido (FROST, 2003). Os ossos estão expostos à ação muscular, à ação da gravidade, à sustentação de peso, e a

forças externas. As cargas podem ocasionar tensão, curvamento, torção, compressão ou cisalhamento (HAMILL; KNUTZEN, 1999). As deformações geralmente são muito pequenas, mensuradas em *microstrain* ( $10^{-6}$ ) e, conforme o estímulo, um limiar é atingido, o que pode ser suficiente à remodelagem normal, ao ganho de osso, à ocorrência de uma fratura ou à perda de massa óssea na falta de estímulo (FROST, 2003). Além da magnitude, também são importantes a frequência, o volume, a distribuição e a modalidade da deformação (HART et al., 2017).

Em complemento à teoria mecanostática, a mecanossensação e a transdução apontam os osteócitos como os responsáveis pela regulação biomecânica da massa e estrutura óssea. A carga mecânica no osso pode promover deformação do tecido, alterações na pressão hidrostática e fluxo de fluido, ativando os osteócitos, que por sua vez regulam a ação dos osteoclastos e dos osteoblastos por meio da via de sinalização esclerostina - Wnt -  $\beta$ -catenina (KLEIN-NULEND et al., 2013; OZCIVICI et al., 2010).

Osteócitos, osteoblastos e osteoclastos compõem a matriz celular dos ossos. Com origem mesenquimal, os osteoblastos respondem pela formação de osso novo, podem se manter osteoblastos ou se diferenciarem em osteócitos. Os osteócitos ficam embebidos na matriz óssea, abrangem 90-95% das células do esqueleto adulto e lhe é atribuído o controle da modelação/remodelação óssea (BONEWALD, 2013). Os osteoclastos são células com alta mobilidade, de origem hematopoiética e encarregados pela reabsorção de osso velho (BIANCO, LAZARETTI-CASTRO, 1999). A harmonia entre formação e reabsorção de osso é essencial para a homeostase esquelética e reflete na matriz extracelular, que consiste de minerais, colágeno, água, proteínas não colágenas e lipídios (BOSKEY; ROBEY, 2013).

A homeostase garante ao esqueleto pleno desempenho em suas funções metabólicas, de sustentação, proteção, locomoção e hematopoiese. O esqueleto é um tecido dinâmico, dependente dos processos de crescimento, modelação e remodelação. Embora o crescimento longitudinal cesse em determinado momento, a remodelação é um processo contínuo de renovação do tecido ósseo, caracterizada pelas fases de ativação dos osteoclastos, reabsorção, reversão, e formação óssea pelos osteoblastos (BIANCO, LAZARETTI-CASTRO, 1999).

A modelação óssea é um processo que envolve forma, tamanho, quantidade e distribuição estrutural do tecido ósseo. Apesar de não mais haver alterações na forma e no tamanho ao término do crescimento, a microestrutura continua se

alterando em busca de melhorar a resistência óssea. Os estímulos mecânicos são essenciais na modelação, provocando no organismo a reação de formar osso no local em que sofre maior tensão e reabsorver osso em local de menor tensão. Durante a adolescência o ganho de massa óssea é acelerado (WEAVER et al., 2016), mas desde a infância observa-se resposta osteogênica às cargas mecânicas (JANZ et al., 2006; NAUGHTON et al., 2017), caracterizando ambos os períodos como convenientes ao acréscimo de massa óssea e relevantes à resistência e saúde óssea ao longo da vida (FORWOOD, 2013).

Apesar de muitos estudos que investigam o efeito das cargas mecânicas nos ossos envolverem atividades físicas, exercícios físicos e esportes, a aptidão muscular também pode ilustrar muito bem a interação dos tecidos ósseo e muscular, visto que músculos mais acionados resultarão em ossos mais estimulados e repercutirão em melhor desempenho na aptidão muscular. Além disso, em âmbito geral, existe a necessidade de se estabelecer limiares e recomendações claras para a aptidão muscular em guias de promoção de saúde (BOUCHARD; BLAIR; KATZMARZYK, 2015). Em âmbito específico, é preciso compreender a contribuição independente da aptidão muscular em indicadores de resistência óssea (TAN et al., 2014) e avaliar se a monitorização da aptidão muscular nos anos escolares pode ser instrumento promotor de saúde óssea (JANZ et al., 2015).

A aptidão muscular é compreendida como a capacidade de realizar trabalho contra uma resistência e engloba a força máxima isométrica ou dinâmica, a força isocinética, a resistência e potência muscular (ORTEGA et al., 2008). Durante os anos de crescimento físico, o aprimoramento da aptidão muscular é gradual e observa-se um aumento relativamente linear da massa muscular em relação à idade. Durante a pré-puberdade, meninos apresentam valores de massa muscular discretamente maiores quando comparados às meninas. No entanto, a partir da puberdade, em virtude da influência hormonal, as vantagens aos rapazes tornam-se acentuadas. O aumento da massa muscular incide no desempenho da aptidão muscular, mas o desempenho também é influenciado pela genética, por adaptações neurais, pela maturidade biológica e os efeitos do exercício físico (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; LLOYD et al., 2014).

Ainda com relação ao desenvolvimento, nota-se que o pico de ganho muscular acontece um pouco antes do pico em ganho de massa óssea (RAUCH et al., 2004; XU et al., 2009), sugerindo uma influência da força muscular na resistência

dos ossos e, mesmo considerando que este processo seja determinado geneticamente, torna-se interessante investigar a unidade osso-músculo como um todo. Por meio da monitorização da aptidão muscular, encontra-se que a força e a potência muscular são relativamente estáveis entre jovens e adultos e, vale ressaltar que, existe um risco aumentado dos jovens do tercil mais baixo se manterem nessa posição perante o grupo quando adultos (FRASER et al., 2017).

Vários estudos transversais foram desenvolvidos com objetivo de investigar a contribuição de indicadores da aptidão muscular (IAM) em indicadores de saúde óssea (ISO) entre crianças e adolescentes (GRACIA-MARCO et al., 2011; FORERO-BOGOTÁ et al., 2017; ALGHADIR; GABR; RIZK, 2018), adultos (BAILEY; BROOKE-WAVELL, 2010; WEEDA et al., 2014) e atletas (VLACHOPOULOS et al., 2017). Estudos longitudinais, menos frequentes, avaliam a relação da aptidão muscular na infância/adolescência com ISO na idade adulta (KEMPER et al., 2000; FOLEY et al., 2008). Em síntese, os estudos transversais apontam relações positivas de magnitude moderada a forte, enquanto os estudos longitudinais encontram ausência de relação ou relações positivas fracas a moderadas.

Revisões sistemáticas envolvendo a atividade física verificaram os fatores do estilo de vida no desenvolvimento do PMO (WEAVER et al., 2016) e métodos de estudos de coorte sobre atividade física ao longo da vida e a massa óssea em jovens adultos (BIELEMANN; MARTINEZ-MESA; GIGANTE, 2013). Uma vez que por meio de busca nas principais bases de dados não se identificou revisão sistemática da literatura que estabelecesse a relação entre aptidão muscular na infância/adolescência e ISO na idade adulta, cabe esta investigação, dada a oportunidade, de se obter uma resposta síntese e de contribuir na compreensão quanto à avaliação da aptidão muscular na promoção de saúde óssea.

A possibilidade da monitorização da aptidão muscular durante a infância e a adolescência como estratégia de promoção de saúde óssea é instigante. Estabelecimentos que propiciam a prática de atividades físicas e modalidades esportivas poderiam facilmente implementar esse tipo de intervenção. Pontos de corte, como por exemplo, para a preensão manual (SAINT-MAURICE et al., 2018), vem sendo propostos na expectativa de precocemente identificar insuficiência na força muscular e possibilitar a reversão de fator limitante do PMO. Considerando ainda o *tracking* moderado da aptidão muscular da infância à idade adulta (FRASER et al., 2017) e a ausência de informações se pode impactar a saúde óssea, a

identificação de trajetórias desenvolvimentais do desempenho da aptidão muscular nesse período e a análise do efeito dessas trajetórias em ISO, pode constituir em mais um parâmetro de fundamentação deste recurso.

As trajetórias desenvolvimentais são modelos que identificam agrupamentos de indivíduos que apresentam uma progressão similar em determinado comportamento no decorrer do tempo. Trata-se de uma estratégia de análise interessante porque possibilita verificar o padrão e o efeito cumulativo de um comportamento em uma variável dependente. Estudos longitudinais que avaliam o impacto das trajetórias desenvolvimentais da atividade física na saúde óssea podem ser localizados (JANZ et al., 2014; ZYMBAL et al., 2019), contudo, não foi encontrado investigação que tenha avaliado o efeito das trajetórias desenvolvimentais da aptidão muscular neste desfecho.

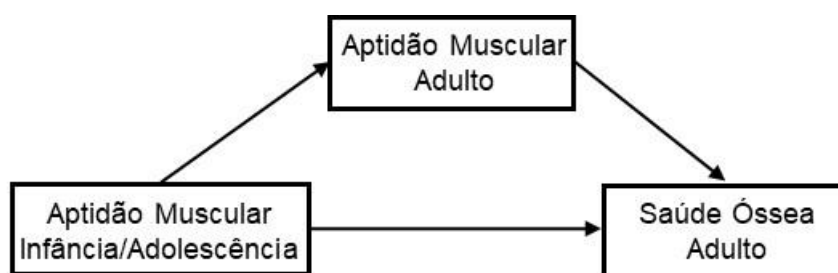
A literatura não é unânime ao abordar a conservação dos ganhos obtidos por meio da exposição às cargas mecânicas até o alcance do PMO quando os estímulos são diminuídos (JANZ; FRANCIS, 2015). Enquanto alguns estudos apontam a manutenção dos benefícios mesmo após anos do término da prática da modalidade esportiva (BASS et al, 1998; SCERPELLA; DOWTHWAITE; ROSENBAUM, 2011; BIELEMANN et al., 2014), outros demonstram que os ganhos obtidos não foram mantidos mediante a interrupção ou a redução da atividade, indicando constante adaptação do esqueleto ao que é submetido (KARLSSON et al., 2000; TERVO et al., 2008). Vantagens de oito a 10% no CMO de homens e mulheres que foram ativos na adolescência foram encontradas ao compará-los aos pares inativos ou moderadamente ativos, ademais, os adultos que foram classificados como ativos durante a adolescência apresentavam maior escore de atividade física (BAXTER-JONES et al., 2008).

Envolvendo o constructo aptidão muscular, um estudo com objetivo de analisar a relação da aptidão muscular na infância com indicadores de resistência óssea na idade adulta encontrou uma relação positiva para o sexo feminino. Entretanto, quando a análise foi ajustada pelo desempenho adulto na aptidão muscular a significância não se manteve (FOLEY et al., 2008). Em vista disso, da fisiologia óssea que indica constante suscetibilidade do tecido ósseo aos estímulos, das interrogações quanto à manutenção na idade adulta de benefícios oriundos da infância/adolescência, surge a questão: teria a aptidão muscular na idade adulta um papel mediador na relação entre aptidão muscular na infância/adolescência e

indicadores de resistência óssea no adulto? As únicas investigações que utilizaram análise de mediação, verificaram o efeito mediador da massa magra na relação entre aptidão física e massa óssea em crianças (TORRES-COSTOSO et al., 2015) e em adolescentes (VICENTE-RODRÍGUEZ et al., 2008). Portanto, trata-se ainda de algo a ser elucidado.

Desta maneira, o modelo conceitual que embasa este estudo é ilustrado na Figura 1.2. Pode existir uma relação direta da aptidão muscular na infância/adolescência com a saúde óssea no adulto, e também uma relação mediada, em que a aptidão muscular na infância dependa da aptidão muscular no adulto para se relacionar com a saúde óssea no adulto.

**Figura 1.2** - Modelo conceitual de relação entre aptidão muscular e saúde óssea na idade adulta.



Fonte: O próprio autor.

À face do que foi apresentado, questiona-se: um maior nível de desempenho na aptidão muscular na infância/adolescência está relacionado à uma maior quantidade de massa óssea na idade adulta? As hipóteses do estudo são: a) a trajetória desenvolvimental da aptidão muscular no decorrer da infância à idade adulta tem efeito na massa óssea no adulto e; b) o desempenho em indicadores da aptidão muscular na infância apresenta relação positiva de baixa magnitude com indicadores de resistência óssea no adulto e esta relação é mediada pelo desempenho na aptidão muscular na idade adulta.

## 1.2 Objetivos e estrutura da tese

A presente tese, apresentada no modelo escandinavo, foi desenvolvida por meio da redação de três artigos científicos. Desta maneira, a tese está estruturada em seis capítulos: 1) introdução ampliada; 2) procedimentos metodológicos; 3) artigo

1 – revisão sistemática; 4) artigo 2 - original; 5) artigo 3 - original; 6) considerações finais. Um artigo científico resultou de uma revisão sistemática da literatura seguindo as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) e os demais artigos são originais, oriundos de pesquisa conduzida no ano de 2016, pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Atividade Física e Exercício (GEPAFE) e pelo Grupo de Estudo em Epidemiologia da Atividade Física e do Comportamento Sedentário (GEEAFISCS), ambos da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

O objetivo geral foi analisar a relação entre indicadores da aptidão muscular na infância e na adolescência e indicadores de saúde óssea na idade adulta. Para isso, foram elaborados três artigos científicos a serem submetidos a periódicos indexados a definir posteriormente, cujos títulos e objetivos gerais estão descritos a seguir:

**Artigo 1 (Revisão Sistemática):** Aptidão neuromuscular na juventude e seu impacto na saúde óssea na idade adulta: uma revisão sistemática.

**Objetivo geral:** Revisar sistematicamente a literatura para verificar a relação entre indicadores da aptidão neuromuscular na infância e/ou adolescência e variáveis de resistência óssea na idade adulta.

**Artigo 2 (Original):** Trajetórias desenvolvimentais da aptidão muscular da infância à idade adulta e o efeito na massa óssea na idade adulta.

**Objetivo geral:** Identificar grupos de trajetórias desenvolvimentais em indicadores da aptidão muscular da infância à idade adulta e analisar o efeito destas trajetórias na densidade mineral óssea na idade adulta.

**Artigo 3 (Original):** Relação entre aptidão muscular na infância e densidade mineral óssea no adulto – análise de mediação da aptidão muscular na idade adulta

**Objetivo geral:** Relacionar indicadores da aptidão muscular na infância com a densidade mineral óssea de diferentes regiões de interesse na idade adulta e verificar se a relação é mediada pelo desempenho nos indicadores da aptidão muscular na idade adulta.

## CAPÍTULO 2

### 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 2.1 Desenho e participantes do estudo

A presente tese, denominada neste capítulo como momento *follow-up*, está vinculada a um amplo projeto elaborado em 2015, intitulado *Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos: um estudo longitudinal de 15 anos*, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos, sob o Parecer nº 1.340.735 de 27/11/2015 (ANEXO A).

Trata-se de um estudo descritivo observacional com delineamento longitudinal caracterizado como estudo de *tracking*. Abrange uma amostra composta por indivíduos que participaram de projeto anterior intitulado *Tracking dos indicadores da aptidão física relacionada à saúde em escolares* (RONQUE, 2008), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (024/03), denominado no decorrer deste capítulo como *baseline*. Desenvolvido entre 2002 e 2006, em delineamento longitudinal misto, tal projeto envolveu escolares de ambos os sexos, nascidos entre 1992 e 1996, portanto entre seis e 10 anos de idade, seguidos anualmente, proporcionando sobreposições de idade entre 10 e 14 anos.

O *baseline* envolveu medidas antropométricas de massa corporal, estatura, circunferência de braço relaxado, espessura das dobras cutâneas tricipital e subescapular, aplicação de uma bateria de testes motores, entre os testes, o salto em distância parado, o teste abdominal e a preensão manual (RONQUE, 2008).

##### 2.1.1 Amostra

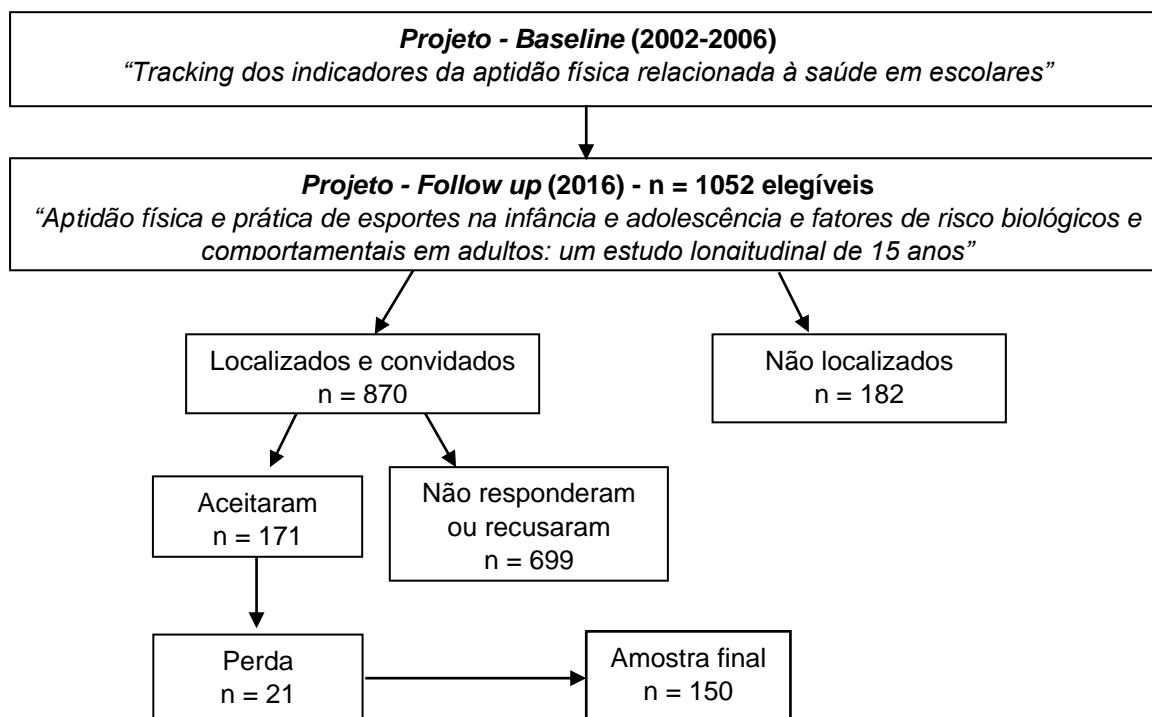
Estimativa do tamanho amostral foi baseada nas equações  $50 + 8k$  e  $104 + k$ , sendo  $k$  o número de preditores, tendo em vista a aplicação de modelos de regressão linear (STEVENS, 1996; FIELD, 2009). Como preditores, considerou-se o indicador de aptidão muscular na infância e na idade adulta, o sexo, a idade e o

IMC, indicando uma amostra de aproximadamente 109 voluntários de ambos os sexos.

No *follow-up*, foi adotado como critério de inclusão possuir avaliação completa em pelo menos um momento entre 2002 e 2006. Desta maneira, partiu-se de um banco de dados que totalizava 1052 indivíduos elegíveis. Buscou-se inicialmente localizá-los e contatá-los por meio de um perfil criado em rede social para o projeto do GEPAFE/UEL (APÊNDICES A e B). Aos sujeitos que responderam a mensagem, foi realizado um contato telefônico conforme os modelos (APÊNDICE C e D) a fim de agendar um encontro para a apresentação dos objetivos e procedimentos do estudo, bem como a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE E) dos que aceitaram participar. Na ocasião do encontro, houve uma nova oportunidade de localização dos indivíduos, por meio da indicação dos colegas.

Uma amostra final de 150 voluntários de ambos os sexos, com idades entre 18 e 25 anos, participou do estudo no momento *follow-up*. Foram critérios de exclusão para participação na pesquisa: não localização do indivíduo, não resposta ao contato dos pesquisadores, recusa em participar do estudo, participantes em uso frequente de medicamentos para tratamento de alguma doença que pudesse interferir nas variáveis do estudo, que possuíam alguma limitação física que impossibilitasse a realização dos testes físicos, que não retornaram o TCLE devidamente assinado. Os procedimentos de determinação da amostra podem ser observados na Figura 2.1.

**Figura 2.1** – Procedimentos de determinação da amostra.



**Fonte:** o próprio autor

## 2.2 Variáveis do estudo

As variáveis coletadas no *baseline* foram novamente coletadas no *follow-up*, além de outras variáveis, como detalhado no Quadro 2.1.

**Quadro 2.1** – Variáveis coletadas no *baseline* e no *follow-up*.

Variáveis	<i>Baseline</i>	<i>Follow-up</i>
Massa corporal	X	X
Estatura	X	X
Salto em distância parado	X	X
Abdominal	X	X
Preensão manual	X	X
Indicadores de saúde óssea		X

### 2.2.1 Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma, digital, marca *Balmak*, com resolução de 0,05 kg e, a estatura em um estadiômetro portátil com resolução de 0,1 cm, marca *Harpenden*. Com essas medidas, foi calculado o

índice de massa corporal (IMC) pelo quociente massa corporal/estatura<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>). Na infância e na idade adulta adotou-se os procedimentos descritos por Gordon et al. (1988).

## 2.2.2 Indicadores da Aptidão Muscular (IAM)

Os IAM foram coletados no *baseline* e no *follow-up* conforme procedimentos descritos a seguir.

### 2.2.2.1 Preensão manual

O teste de preensão manual, uma medida de força muscular estática, foi aplicado conforme procedimentos descritos por Soares e Sessa (2001), utilizando-se um dinamômetro científico manual ajustável do tipo *Jamar Hydraulic Dynamometer* (*Sammons e Preston Scientific Industries Inc.*), de fabricação norte-americana, com precisão de dois kgf, graduado de zero a 90 kgf. O indivíduo posicionado em pé, com pó de giz nas palmas das mãos, segurou confortavelmente o equipamento, que estava na linha do antebraço, com o braço estendido e paralelo ao eixo longitudinal do corpo. O ponteiro do dinamômetro deveria estar na escala zero e, durante a execução, o braço deveria permanecer imóvel, havendo flexão apenas das articulações dos dedos. Foram realizadas alternadamente três medidas em cada mão e considerada a melhor execução de cada mão. Foi anotado a mão dominante do indivíduo.

### 2.2.2.2 Salto em distância parado

O teste de salto em distância parado, um indicador da potência muscular de membros inferiores, consistiu no desempenho em se impulsionar horizontalmente com os pés paralelos a partir de um ponto de partida sobre uma fita métrica fixada no chão. Após três tentativas, foi registrada a maior distância alcançada (SOARES; SESSA, 2001).

### 2.2.2.3 Teste abdominal

O teste abdominal foi aplicado utilizando-se um colchonete e um cronômetro. O indivíduo se colocava em decúbito dorsal, quadril e joelhos flexionados, plantas dos pés voltadas para o chão, braços cruzados no tórax, mãos apoiadas nos ombros, tinha o avaliador segurando os pés e foi orientado a realizar o máximo de repetições de elevação do tronco até contato dos antebraços com as coxas e retomada à posição inicial por um período de 60 segundos (AAHPERD, 1988).

### 2.2.3 Indicadores de saúde óssea (ISO)

Indicadores de saúde óssea foram estimados utilizando-se a técnica de absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) em um equipamento Lunar, modelo DPX- NT, marca *G.E. Healthcare*. Para a realização dos exames, os indivíduos foram orientados e receberam, para assinatura, um termo de consentimento, no qual constavam as contraindicações, procedimentos e vestimenta apropriada para a realização do exame (APÊNDICE G). A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e, tanto a calibragem quanto o exame foram realizados por um técnico do laboratório com experiência nesse tipo de exame.

Por meio dos algoritmos do equipamento, foram estimados a DMO do corpo inteiro e dos segmentos corporais braços, pernas e tronco, e também a DMO da região lombar da coluna, do fêmur proximal direito e esquerdo, por se tratarem de sítios ósseos indicados para diagnóstico da osteoporose (BRANDÃO et al., 2009) e, entre outros aspectos, por se tratar de região de suporte de peso corporal e com proporções distintas de osso trabecular e cortical.

Para o exame de corpo inteiro, os indivíduos foram posicionados em decúbito dorsal e alinhados, mantendo-se imóveis por aproximadamente 15 a 20 minutos. Para a realização do exame do segmento vertebral L1 a L4, o indivíduo deveria estar em decúbito dorsal, com as pernas sobre um bloco posicionado num ângulo a 90 graus em relação à mesa, com intuito de retificar a coluna lombar (Figura 2.2). No fêmur proximal, as regiões de interesse foram o colo femural e o fêmur total. Para o exame do fêmur proximal, o indivíduo deveria estar em decúbito dorsal e um suporte

triangular foi utilizado para imobilizar os membros após uma rotação interna e posicionamento adequado do fêmur (Figura 2.2).

**Figura 2.2** - Ilustração dos posicionamentos corporais para a realização dos exames de densitometria da região lombar e do fêmur.



**Fonte:** Scheibel et al. (2009).

### 2.3 Procedimentos gerais para coleta dos dados

O Centro de Educação Física e Esporte (CEFE) da UEL foi a sede para as coletas dos dados, mais especificamente o Laboratório de Atividade Física e Saúde (sala 920) e o Ginásio Poliesportivo. As medidas e as aplicações de testes foram realizadas por avaliadores capacitados, integrantes do GEPAFE, sendo um mesmo avaliador responsável por determinadas variáveis durante todo o processo de coletas. O exame DXA foi realizado por técnico especializado, em laboratório particular externo ao campus da UEL.

Os indivíduos foram contatados previamente para agendamento dos encontros para coleta de dados e receberam instruções quanto aos trajes apropriados e à não realização de exercícios físicos 24 horas antes dos testes. Os agendamentos aconteceram com intervalos suficientes para recuperação do avaliado, em acordo com a disponibilidade de cada participante, e com a previsão dos encontros a seguir. Um primeiro encontro, quando foi aplicado um instrumento de Estratificação de Risco (AHA/ACSM, 1998) (ANEXO B) para avaliação de possíveis riscos da participação do indivíduo em esforço físico. Na sequência foram realizadas as medidas antropométricas e a aplicação dos testes motores. Um outro encontro foi destinado ao exame de DXA.

## 2.4 Controle da qualidade dos dados

A qualidade dos dados foi estimada repetindo-se as medidas das variáveis do estudo após intervalo de sete dias em aproximadamente 20 adultos jovens com características similares à amostra do estudo, selecionados aleatoriamente. O objetivo foi verificar a operacionalização das coletas de dados e a reprodutibilidade das variáveis antropométricas e IAM. Foram calculados o erro técnico de medida intra-avaliador (ETM) absoluto e relativo para análise do erro do avaliador e o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para verificar a consistência das medidas. Pode ser observado erros técnicos de medidas aceitáveis e alta reprodutibilidade das medidas (Tabela 2.1).

**Tabela 2.1** – Erro técnico de medida intra-avaliador e coeficiente de correlação intraclasse entre duas séries de medidas repetidas de variáveis antropométricas e indicadores da aptidão muscular de adultos jovens.

Variáveis	ETM absoluto	ETM relativo	CCI (IC 95%)	p
Massa corporal (kg)	0,72	0,94	0,99 (0,994 - 0,999)	<0,001
Estatura (m)	0,19	0,11	0,99 (0,999 – 1,000)	<0,001
Abdominal (repetições)	4,00	8,09	0,90 (0,655 – 0,970)	<0,001
SD (cm)	4,80	2,42	0,98 (0,926 – 0,994)	<0,001
Preensão manual (kgf)	2,14	4,91	0,98 (0,930 – 0,990)	<0,001

**Nota:** ETM = erro técnico de medida; SD = salto em distância parado; CCI = coeficiente de correlação intraclasse; IC 95% = intervalo de confiança a 95%.

O impacto das desistências (*dropout*) na seleção da amostra foi verificado comparando as variáveis abordadas neste estudo no momento *baseline* entre os grupos que aceitaram e não aceitaram participar do momento *follow-up* (Tabela 2.2).

A variável abdominal no sexo masculino foi a única a apresentar diferença significativa estatisticamente no momento *baseline* entre os que participaram e não participaram da etapa *follow-up*. Considerando o processo de busca pelos indivíduos e o intervalo de tempo de aproximadamente 15 anos entre *baseline* e *follow-up*, pode-se dizer que o estudo apresentou um viés de seleção minimizado.

**Tabela 2.2** – Análise de *dropout*.

Variáveis	Feminino		p	Masculino		p
	Participaram do <i>Follow-up</i>	Não Participaram do <i>Follow-up</i>		Participaram do <i>Follow-up</i>	Não Participaram do <i>Follow-up</i>	
	n=69	n=421		n=69	n=473	
Idade (anos)	9,0±1,6	9,3±1,8	0,51	9,3±1,3	9,1±1,8	0,08
Massa corporal (kg)	32,1±9,5	33,9±10,6	0,19	33,6±8,2	34,3±10,8	0,77
Estatura (cm)	134,8±11,6	135,7±11,9	0,52	136,0±9,3	135,5±11,7	0,28
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	17,3±2,8	18,0±3,2	0,11	18,0±2,6	18,2±3,2	0,93
PM (kgf)	17,3±4,8	17,6±5,4	0,96	19,2±4,9	19,1±6,3	0,28
SD (cm)	128,8±19,4	122,8±23,6	0,06	139,7±22,0	136,0±20,8	0,13
Abdominal (rep)	29,4±8,1	28,7±9,3	0,61	34,1±9,1	31,7±8,7*	0,02

Notas: IMC = índice de massa corporal; PM = preensão manual direita; SD = salto em distância parado; rep=repetições \*Comparação dos dados do momento *baseline* entre os participantes e não participantes do momento *follow-up*, considerando o sexo e adotando nível de significância em  $p < 0,05$ .

## 2.5 Análise estatística

Inicialmente os dados foram tabulados em planilha Excel (Windows) e posteriormente processados nos pacotes estatísticos SPSS versão 24.0 e no Stata versão 15.1. A distribuição dos dados foi realizada por meio do teste *Kolmogorov-Smirnov*. A estatística descritiva, valores de média e desvio padrão (DP), foi utilizada para caracterização da amostra. A comparação entre sexos para variáveis antropométricas, IAM e de ISO, e a análise de *dropout*, foram realizadas por teste *t* de *Student* ou por teste *U* de *Mann-Whitney*, de acordo com a distribuição dos dados.

Para identificação das trajetórias desenvolvimentais dos IAM foi utilizada a análise de trajetória baseada em grupos (JONES; NAGIN, 2012) com o pacote estatístico STATATRAJ (STATACORP LP). A comparação dos ISO entre os grupos de trajetórias desenvolvimentais dos IAM foi estratificada por sexo e realizada por análise de covariância (ANCOVA) com *post hoc* de *Sidak*, ajustando os ISO em massa corporal e estatura do momento adulto. A homogeneidade de cada modelo foi checada pelo teste de *Levene*.

A relação entre IAM e ISO foi analisada utilizando-se a regressão linear múltipla ajustando-se por sexo, idade cronológica e escore z do IMC na infância. Nos IAM do *baseline* que apresentaram relação significativa com os ISO na idade adulta, o IAM na idade adulta foi adotado para análise de mediação com base nos

princípios de Baron e Kenny (1986) por meio da macro PROCESS v. 3.0 (Andrew F. Hayes). A significância estatística adotada nas análises foi de 5%.

## CAPÍTULO 3

### 3 ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

#### 3.1 Aptidão Neuromuscular Na Juventude E Seu Impacto Na Saúde Óssea Na Idade Adulta: Uma Revisão Sistemática.

##### Resumo

**Objetivo:** Revisar sistematicamente a literatura para verificar a relação entre indicadores de aptidão neuromuscular na infância e/ou na adolescência e variáveis de resistência óssea na idade adulta. **Métodos:** Uma busca sistematizada foi conduzida nas bases de dados Medline/PubMed, SCOPUS, SPORTDiscus, Web of Science, PsycINFO, LILACS e SciELO, compreendendo do período de início das bases a março de 2018, utilizando o filtro idioma para seleção de estudos em inglês, espanhol e português. A busca identificou 1073 estudos e, após análise quanto à duplicidade e atendimento aos critérios de elegibilidade, quatro estudos foram incluídos na síntese qualitativa. **Resultados:** A maioria dos estudos foi realizada em países europeus, com as coletas do *baseline* próximas à década de 70 e as do *follow-up* após 15 a 27 anos. Um estudo abrangeu no *baseline* o período da infância e os demais o da adolescência. Variáveis de resistência óssea foram obtidas por absorciometria por dupla emissão de raios X em três estudos, um estudo empregou a ultrassonometria de calcâneo. Testes motores e dinamômetros foram utilizados para obtenção de indicadores da aptidão neuromuscular. A aptidão neuromuscular na infância mostrou relação significativa estatisticamente com variáveis de resistência óssea no adulto para o sexo feminino (*standing long jump* com índice de ultrassom quantitativo (QUI) a  $\beta=0,11$   $p<0,05$  e com velocidade do som (SOS) a  $\beta=0,14$   $p<0,01$ ), no entanto, essa relação não se manteve após o controle do desempenho muscular na fase adulta. Estudos com adolescentes apontaram coeficientes de correlação variando de 0,16 para bateria neuromotora e densidade mineral óssea (DMO) lombar a 0,38 para teste *hanging leg lift* com DMO braços. Ao analisar por meio de funções, observa-se variação na explicação ao modelo de 2%, como no *bent arm hang* aos 18 anos para DMO e conteúdo mineral ósseo (CMO) total, a 12%, como no *hanging leg-lift* aos 16 anos para DMO braços. Variáveis de resistência óssea no adulto apresentaram relações estatisticamente significantes, positivas, de baixa a moderada magnitude, com alguns indicadores da aptidão muscular na adolescência, mas não na infância. **Conclusão:** A quantidade reduzida de estudos, a diversidade das informações e algumas limitações indicam a necessidade de mais investigações sobre o assunto.

**Palavras-chave:** força muscular, aptidão física, densidade óssea, conteúdo mineral ósseo, criança, adolescente.

## Introdução

A osteoporose é uma desordem esquelética caracterizada por resistência óssea comprometida que predispõe uma pessoa a um risco aumentado de fratura óssea (NIH CONSENSUS, 2001; LORENTZON; CUMMINGS, 2015). Ocorridas principalmente no quadril, vértebras e antebraço, as fraturas influenciam negativamente a qualidade de vida das pessoas (BORGSTROM et al., 2013), causando elevados custos com saúde ao redor do mundo (HERNLUND et al., 2013) e, assim, sendo identificada como um significativo problema de saúde pública.

A fragilidade dos ossos na osteoporose senil resulta dos processos de baixo pico de massa óssea e/ou de perda óssea acentuada com o avançar da idade, especialmente entre as mulheres (HEANEY et al., 2000; WEAVER et al., 2016). Parte da fragilidade óssea é precocemente estabelecida (WANG et al., 2009) e, otimizar o pico de massa óssea pode amenizar as consequências do processo fisiológico de perda com o envelhecimento. O pico de massa óssea é a quantidade de massa óssea adquirida até o alcance de um platô, que geralmente ocorre até o início da terceira década de vida (BAXTER-JONES et al., 2011). Durante esse período de aquisição de massa óssea (notadamente durante a infância e adolescência), a hereditariedade, o sexo, os hormônios, a nutrição e as cargas mecânicas (atividades físicas) são importantes determinantes do pico de massa óssea (HEANEY et al., 2000; WEAVER et al., 2016).

Há forte evidência do efeito da atividade física e do exercício físico no desenvolvimento do pico de massa óssea (WEAVER et al., 2016) e essa relação pode ser explicada pelas teorias mecanostática (FROST, 2003), mecanossensação e transdução (KLEIN-NULEND et al., 2013), na interação osso-músculo via contração muscular (ROBLING, 2009). A análise da unidade osso-músculo durante os anos de crescimento demonstra que o desenvolvimento muscular precede o desenvolvimento ósseo (RAUCH et al., 2004; XU et al., 2009), e mesmo diante da determinação genética neste processo, a força muscular pode ser importante na modelação e resistência dos ossos.

Na literatura, há vários estudos transversais que investigaram a relação entre indicadores da aptidão neuromuscular e variáveis de resistência óssea e, em muitos destes estudos, observa-se uma relação positiva com magnitude moderada a forte (FORERO-BOGOTÁ et al., 2017; BAILEY; BROOKE-WALVELL, 2010; WEEDA et

al., 2014). Por outro lado, ausência de significância estatística (FOLEY et al., 2008) ou menor magnitude de relação (KEMPER et al., 2000) são observadas em estudos longitudinais que analisaram o quanto a aptidão neuromuscular na infância/adolescência se relaciona com a saúde óssea na idade adulta.

Assim, faz-se necessário compreender a contribuição específica e independente da aptidão neuromuscular nas variáveis de resistência óssea (TAN et al., 2014). Analisar a relação entre indicadores da aptidão neuromuscular (força, resistência e potência) e variáveis ósseas (densidade mineral óssea [DMO] e conteúdo mineral ósseo [CMO]) pode esclarecer questões como: qual a direção, magnitude e possíveis mediadores, bem como, o comportamento desta relação no decorrer do tempo.

Somado a isso, conhecer aspectos dessa relação, especialmente durante os anos de aquisição e estabilização do pico de massa óssea, pode ser uma estratégia importante na compreensão dos efeitos do estresse mecânico sobre a matriz óssea e, assim, elaborar intervenções mais efetivas na otimização do pico de massa óssea durante a juventude.

Diante da necessidade de reunir informações disponíveis sobre o tema, o objetivo deste estudo é revisar sistematicamente a literatura para verificar a relação entre indicadores da aptidão neuromuscular na infância e/ou na adolescência e variáveis de resistência óssea na idade adulta.

## **Métodos**

Este estudo, realizado em acordo com as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (LIBERATI et al., 2009), revisou sistematicamente a literatura em busca de identificar investigações que objetivaram relacionar indicadores da aptidão neuromuscular na infância e/ou na adolescência com variáveis de resistência óssea na idade adulta. Foram utilizadas as bases de dados: Medline/PubMed, SCOPUS, SPORTDiscus, Web of Science, PsycINFO, LILACS e SciELO. A busca abrangeu todo o período de existência das bases até 31 de março de 2018 e o único filtro utilizado foi o de idioma para seleção de estudos em inglês, espanhol e português.

A estratégia de busca compreendeu as seguintes palavras-chave e operadores booleanos: (“muscle strength” OR “strength muscle” OR “muscular

strength” OR “hand strength” OR “handgrip” OR “grip strength” OR “muscle strength dynamometer” OR “muscle strength dynamometers” OR “physical capacity” OR “physical fitness” OR fitness OR “muscular fitness” OR “muscle endurance” OR “muscle power” OR “explosive strength” OR “muscle fitness” OR “musculoskeletal fitness” OR “motor fitness” OR “neuromotor fitness” OR “motor performance” OR “motor tests” OR “standing long jump” OR “standing broad jump” OR “vertical jump” OR “sit-ups” OR “isokinetic dynamometry” OR “isokinetic”) AND (child OR children OR childhood OR students OR student OR scholars OR scholar OR adolescent OR adolescents OR adolescence OR teen OR teens OR teenager OR teenagers OR youth OR youths) AND (“bone density” OR “bone densities” OR “bone mineral density” OR “bone mineral densities” OR “bone mineral content” OR “bone mineral contents” OR “bone densitometry” OR “bone health” OR “bone strength” OR “bone mass” OR “peak bone mass”) AND (“young adult” OR “young adults” OR “young adulthood” OR “university students” OR adult OR adults OR adulthood).

No caso específico das bases de dados latino-americanas LILACS e SciELO, foram utilizadas as seguintes palavras-chave e operadores booleanos para busca: (“força muscular” OR “aptidão física”) AND (“densidade mineral óssea” OR “conteúdo mineral ósseo” OR “saúde óssea” OR “massa óssea” OR “pico de massa óssea”).

Os critérios de elegibilidade foram: estudos longitudinais; ter entre os objetivos a investigação da relação entre indicadores da aptidão neuromuscular na infância e/ou na adolescência com variáveis de resistência óssea na idade adulta; não ser estudo de revisão ou revisão sistemática; não envolver sujeitos com patologias, atletas ou modelos animais.

A seleção e análise dos estudos foram conduzidas de modo independente por dois pesquisadores (C.C.L.B., C.L.P.R.) e, em caso de divergência, um terceiro pesquisador (E.R.V.R.) foi convidado para decidir pela inclusão ou exclusão dos estudos.

Adicionalmente, foi utilizada uma adaptação da lista de verificação *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) (VON ELM et al, 2007), que é um instrumento comumente utilizado para orientar o relato de estudos observacionais, para a avaliação da qualidade dos artigos incluídos no trabalho. Os itens selecionados e adaptados para a presente revisão sistemática estão apresentados na Tabela 3.1. A adaptação da listagem de verificação STROBE para classificação da qualidade dos estudos que foram

incluídos na presente revisão sistemática possui 15 itens de análise, com cada um deles contabilizando um ponto ou meio ponto quando subdividido. Então, se o artigo atender todos os itens, soma o total de 15 pontos. Os pontos de corte estabelecidos para classificação de qualidade foram os seguintes: de zero a cinco pontos = baixa qualidade; entre seis e 10 pontos = moderada qualidade e de 11 a 15 pontos = alta qualidade. Foram incluídos na análise final os estudos que atingiram moderada e alta qualidade, de acordo com os critérios supracitados.

Tabela 3.1 - Adaptação da listagem de verificação STROBE para classificação da qualidade dos estudos observacionais da presente revisão sistemática.

<b>TÓPICO</b>	<b>ITEM Nº</b>	<b>RECOMENDAÇÃO</b>
<b>Título e Resumo</b>		
	1	(a) Incluiu no título e/ou resumo pelo menos uma das palavras-chave utilizadas na busca (b) Disponibilizou no resumo uma sinopse informativa e equilibrada do que foi realizado e encontrado
<b>Introdução</b>		
Contexto/fundamentos	2	Explicou as razões e os fundamentos científicos para a realização da investigação
Objetivos	3	Indicou os objetivos gerais e específicos de maneira clara, incluindo quaisquer hipóteses pré-estabelecidas
<b>Métodos</b>		
Delineamento estudo	4	Apresentou no princípio do documento os elementos chave do delineamento do estudo
Contexto	5	Descreveu o contexto, os lugares e as datas relevantes, incluindo os períodos de recrutamento, exposição, acompanhamento e coleta de dados
Participantes	6	Apresentou os critérios de elegibilidade, assim como as fontes e os métodos de seleção dos participantes. Especificou os métodos de acompanhamento quando aplicável (estudos de coorte)
Variáveis	7	Definiu claramente todas as variáveis: de resposta, exposições, preditivas, de confusão e modificadoras do efeito. Se aplicável, apresentou os critérios de diagnóstico
Fonte de dados/ medidas	8	Especificou e detalhou os métodos e instrumentos de medida das principais variáveis de interesse (avaliação da aptidão neuromuscular e da massa óssea)
Tamanho amostral	9	Explicou como se determinou o tamanho amostral

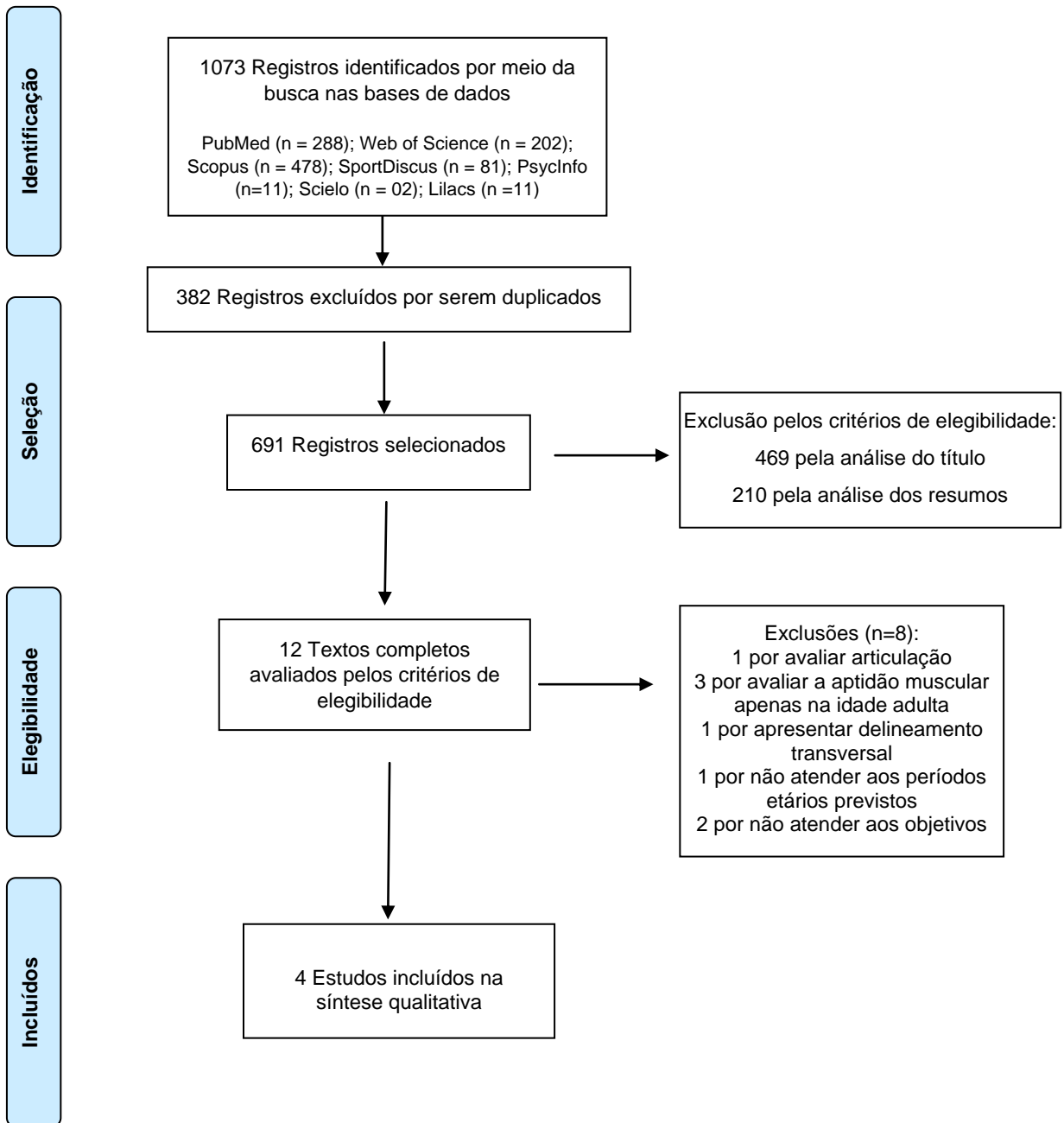
Tabela 3.1 - Adaptação da listagem de verificação STROBE para classificação da qualidade dos estudos observacionais da presente revisão sistemática (Continuação).

<b>Métodos</b>		
<b>Métodos estatísticos</b>	10	(a) Explicou como se trataram as variáveis quantitativas na análise. Se aplicável, explicou a definição dos grupos de análise (b) Constatou ao menos um teste estatístico para verificação da associação entre a aptidão neuromuscular e a massa óssea
<b>Resultados</b>		
<b>Resultados principais</b>	11	(a) Apresentou pelo menos uma informação numérica (teste estatístico) relacionada à análise da associação entre a aptidão neuromuscular e a massa óssea (b) Se categorizou variáveis contínuas, descreveu os pontos de corte
	12	Disponibilizou estimativas não ajustadas e, se aplicável, ajustadas por fatores de confusão (especificar), assim como a sua precisão (por ex. intervalos de confiança de 95%).
<b>Discussão</b>		
<b>Resultados chave</b>	13	Resumiu os resultados principais do estudo
<b>Limitações</b>	14	Discutiu as limitações do estudo, tendo em conta possíveis fontes de viés ou imprecisão
<b>Interpretação/ Generalização</b>	15	(a) Apresentou uma interpretação global prudente dos resultados considerando os objetivos, as limitações, a multiplicidade de análises e os resultados de estudos similares (b) Discutiu a possibilidade de generalizar os resultados (validade externa)

## Resultados

A Figura 3.1 demonstra o processo de seleção e exclusão dos estudos.

Figura 3.1 - Diagrama do processo de seleção dos artigos.



Os estudos foram localizados nas bases de dados consultadas, filtrados por idioma e importados para o *EndNote Web*. Inicialmente foram excluídos os estudos duplicados, posteriormente os estudos foram excluídos a partir da análise dos títulos, dos resumos ou na sua totalidade, quanto aos critérios de elegibilidade. A avaliação da qualidade dos estudos apontou que todos foram considerados como sendo de “alta qualidade” (Tabela 3.2). Uma síntese dos principais resultados desses estudos está disposta na Tabela 3.3.

## Características dos estudos

Um dos estudos foi realizado na Austrália em 1985 com *follow-up* de 20 anos (FOLEY et al., 2008), mas a maioria dos estudos foi realizada em países europeus, com as coletas do *baseline* próximos à década de 70 e as do *follow-up* de 15 a 27 anos (KEMPER et al., 2000; DELVAUX et al., 2001; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006). Ao todo, quatro diferentes amostras foram acompanhadas, sendo dados oriundos do *Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study* (KEMPER et al., 2000), do *Leuven Longitudinal Study on Lifestyle, Physical Fitness and Health* (DELVAUX et al., 2001), de estudantes suecas (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006) e do *Australian Schools Health and Fitness Survey* (FOLEY et al., 2008).

Dentre os estudos, dois compuseram suas amostras com homens e mulheres (KEMPER et al., 2000; FOLEY et al., 2008), um só com homens (DELVAUX et al., 2001) e outro só com mulheres (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006). A publicação dos estudos aconteceu entre os anos de 2000 e 2008, sendo que o mais recente, além de ter o maior tamanho amostral, foi o único a abranger o período da infância no *baseline* (FOLEY et al., 2008).

## Método utilizado para obter as variáveis de resistência óssea

O estudo de Foley et al. (2008) utilizou a ultrassonometria de calcâneo para avaliação de parâmetros de resistência óssea, constituindo-se das variáveis velocidade do som (SOS; m/s), coeficiente de atenuação do som (BUA; dB/MHz), e construção do índice de ultrassom quantitativo (QUI) com a equação  $QUI = 0,41 \times (BUA + SOS) - 571$ . O método absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) foi empregado para obter as variáveis de resistência óssea CMO e/ou DMO nos demais estudos, embora equipamentos diversos tenham sido utilizados e alguns sítios ósseos distintos mensurados. Ressalta-se o fato de todos os estudos terem obtido as informações das variáveis de resistência óssea apenas no período de *follow-up*, ou seja, na fase adulta.

Tabela 3.2 - Descrição da avaliação de qualidade dos estudos incluídos na presente revisão sistemática. Critérios adaptados da listagem de verificação STROBE.

Referências- bases online	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Item 15	TOTAL
1. Kemper et al., 2000	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	0,5	13
2. Delvaux et al., 2001	1	1	0,5	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	0,5	13,5
3. Barnekow-Bergkvist et al., 2006	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	14
4. Foley et al., 2008	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	14

Tabela 3.3 – Síntese dos resultados dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Autores	Amostra	Aptidão neuromuscular	Resistência óssea	Resultados
Kemper et al., 2000	83 Rapazes 98 Moças Origem: Amsterdam <i>Baseline:</i> 13-16 anos <i>Follow-up:</i> 21-27 anos	a) Bateria da aptidão neuromotora com 7 testes: armpull, bent arm hang, 10 leg lifts, 10x5 m shuttle run, sit and reach, plate tapping, standing high jumping; b) Classificação em um único escore geral; c) Avaliada no <i>baseline</i> e <i>follow-up</i> .	a) DMO lombar (L1-L4), colo femoral, rádio distal; b) DXA; Norland XR 26; c) Realizada no <i>follow-up</i> .	Coefficiente de regressão ajustado por sexo, estatura, massa corporal, somatória de dobras cutâneas, idade biológica e ingestão de cálcio revelou que a aptidão neuromotora na adolescência foi positivamente associada com a DMO da lombar (0,16; p=0,05) e do colo femoral (0,18; p=0,05).
Delvaux et al., 2001	126 Rapazes Origem: Bélgica <i>Baseline:</i> 13 anos <i>Follow-up 1:</i> 18 anos <i>Follow-up 2:</i> 40 anos	a) Leg lifts, bent arm hang, vertical jump, arm pull; b) Avaliada nos três momentos, exceto alguns testes; c) Escore absoluto de mudança no desempenho foi calculado entre 18 e 13 anos.	a) DMO e CMO corpo total e região lombar. b) DXA; Hologic QDR 4500A; c) Realizada aos 40 anos.	Correlações positivas foram encontradas entre o escore absoluto de mudança entre 18 e 13 anos no teste arm pull e o CMO do corpo total (0,19*) e da lombar (0,21*), e no teste leg lifts e o CMO do corpo total (0,19*). Para a idade de 18 anos, bent arm hang correlacionou-se com CMO total (0,21*), arm pull com CMO total (0,28*) e CMO lombar (0,27*). Em análise de regressão múltipla, aos 13 anos, leg lifts explicou 3% do CMO total e lombar; aos 18 anos, bent arm hang explicou 2% do DMO e CMO total, arm pull explicou 6% do CMO total e 4% do CMO lombar.

Tabela 3.3 – Síntese dos resultados dos estudos incluídos na revisão sistemática (*Continuação*).

Barnekow -Bergkvist et al., 2006	36 Moças Origem: Suécia <i>Baseline</i> : 15-17 anos <i>Follow-up</i> : 35-37 anos	a) Hanging leg lift, handgrip, two- hand lift; b) Realizada apenas no <i>baseline</i> .	a) DMO corpo total, braços, pernas, lombar, trocanter e colo femoral; b) DXA; Lunar DPX-L; c) Realizada apenas no <i>follow- up</i> .	Correlação significativa foi encontrada entre o desempenho no teste two-hand lift e a DMO corpo total e pernas ( $r=0,33-0,35$ ), e entre hanging leg lift com DMO braços (0,38). Em análise de regressão múltipla, two-hand lift foi um dos preditores para DMO corpo total ( $R^2_{aj}$ 0,10*); hanging leg-lift ( $R^2_{aj}$ 0,12*) e handgrip ( $R^2_{aj}$ 0,08*) para DMO braços; two-hand lift para DMO pernas ( $R^2_{aj}$ 0,11*) e DMO trocanter ( $R^2_{aj}$ 0,08*).
Foley et al., 2008	691 Rapazes 743 Moças Origem: Austrália <i>Baseline</i> : 7-15 anos <i>Follow-up</i> : 26-36 anos	Leg strength test com dinamômetro, standing long jump; Realizada no <i>baseline</i> e no <i>follow- up</i> .	a) Ultrassonometria de calcâneo com Sahara Clinical Bone Sonometer (Hologic, Waltham, MA, USA); b) Variáveis: BUA (dB/MHz), SOS (m/s) e QUI: $0,41 \times (BUA +$ SOS) – 571; c) Realizada apenas no <i>follow- up</i> .	Nas moças, o standing long jump na infância foi positivamente associado com QUI ( $\beta=0,11^*$ ) e SOS ( $\beta=0,14^*$ ), entretanto, esta relação não persistiu após ajustar para o desempenho no teste quando adultas ( $\beta=0,07$ ; $\beta=0,08$ , respectivamente). Nos rapazes, nenhuma medida da aptidão na infância foi preditiva dos parâmetros QUS no adulto.

**Nota:** DMO = densidade mineral óssea ( $g/cm^2$ ); CMO = conteúdo mineral ósseo (g); DXA = absorciometria por dupla emissão de raios X; SOS = velocidade do som (m/s); BUA = coeficiente de atenuação do som (dB/MHz); QUI = índice de ultrassom quantitativo; \* $P < 0,05$  ou  $P < 0,01$ .

## **Método utilizado para obter indicadores da aptidão neuromuscular**

A aptidão neuromuscular foi mensurada pela aplicação de testes motores nos quatro estudos, sendo que em dois deles, também foi utilizada a dinamometria, por meio do *handgrip*, *two-hand lift* (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006) e do teste *leg strength* (FOLEY et al., 2008). Entre os testes motores aplicados, alguns estudos utilizaram testes em comum, e analisaram individualmente cada indicador da aptidão neuromuscular e sua associação com variáveis de resistência óssea. Kemper et al. (2000) utilizaram uma bateria de testes motores que denominou aptidão neuromotora e unificou o desempenho nos sete testes em um escore geral a partir do ranqueamento do indivíduo em cada teste. No estudo de Barnekow-Bergkvist et al. (2006) a aptidão neuromuscular foi avaliada apenas no *baseline*, enquanto nos demais, em ambos os momentos de coleta.

## **Principais relações encontradas**

Os principais resultados mostraram que um dos estudos, ao ajustar a análise pelo desempenho adulto nos testes, não encontrou associação significativa entre indicadores da aptidão neuromuscular na infância e variáveis de resistência óssea no adulto (FOLEY et al., 2008). Os demais estudos relataram relação positiva e de fraca a moderada magnitude entre indicadores da aptidão neuromuscular na adolescência e variáveis de resistência óssea no adulto (KEMPER et al., 2000; DELVAUX et al., 2001; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006), com coeficientes de correlação variando de 0,16 (bateria neuromotora e DMO lombar; KEMPER et al., 2000) a 0,38 (teste *hanging leg lift* com DMO braços; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006).

Ao levar em consideração o sexo, a mesma proporção de estudos encontrou relações positivas e significantes para o sexo feminino (KEMPER et al., 2000; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006) e para o masculino (KEMPER et al., 2000; DELVAUX et al., 2001). Ao analisar a magnitude do grau de relação entre as variáveis, observa-se discreta variação entre os resultados obtidos pelos estudos, o suficiente para classificação da correlação em fraca (KEMPER et al., 2000; DELVAUX et al., 2001) e moderada (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006). Nas propostas de relações entre as variáveis por meio de funções, observa-se variação

de explicação ao modelo de 2%, como no *bent arm hang* aos 18 anos para DMO e CMO total (DELVAUX et al., 2001), a 12%, como no *hanging leg-lift* aos 16 anos para DMO braços (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006).

No que diz respeito aos sítios ósseos avaliados, das regiões a que os estudos se propuseram analisar, na rádio distal não foi encontrada associação significativa com indicadores da aptidão neuromuscular (KEMPER et al., 2000), em um dos estudos também não houve para a região lombar e o colo femoral (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006), assim como na região do calcâneo medida por ultrassonografia (FOLEY et al., 2008). Ressalta-se o fato de não haver uma padronização quanto ao tipo de teste aplicado e aos sítios ósseos mensurados, o que dificulta uma síntese de resultados.

## **Discussão**

Variáveis de resistência óssea no adulto apresentaram relações estatisticamente significantes, positivas, de baixa a moderada magnitude, com alguns indicadores da aptidão neuromuscular na adolescência, mas não na infância.

Até o momento, não se tem conhecimento de uma revisão sistemática da literatura que sintetizasse informações sobre a relação almejada. Apesar dos vários estudos transversais disponíveis na literatura investigando a contribuição da aptidão neuromuscular em variáveis de resistência óssea (DALY et al., 2008; GRACIA-MARCO et al., 2011; BAILEY; BROOKE-WAVELL, 2010; WEEDA et al., 2014) ainda é limitada a quantidade de investigações longitudinais observacionais que analisam essa interação da infância/adolescência com a idade adulta. Isso ficou evidente, uma vez que por meio desta revisão sistemática da literatura, foram encontrados apenas quatro estudos desta natureza investigando tal fenômeno (KEMPER et al., 2000; DELVAUX et al., 2001; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006; FOLEY et al., 2008).

Entre os desafios que permeiam o desenvolvimento de estudos longitudinais, a manutenção da quantidade de indivíduos no decorrer dos anos é um dos principais. Por volta de 17% da amostra do *baseline* participou do *follow-up* nos estudos de Foley et al. (2008) e Barnekow-Bergkvist et al. (2006). Em ambos os estudos foi encontrado efeito *dropout*, de pequena magnitude no primeiro, porém, com possível comprometimento à validade externa e na significância de algumas

relações no segundo, em virtude da menor amostra inicial. Delvaux et al. (2001) partiu de 441 rapazes elegíveis e concluiu com 126, não relatou informações de *dropout*. Kemper et al. (2000), avaliaram 307 sujeitos e, após 15 anos, 182 participaram, não encontraram efeito *dropout*.

O intervalo de tempo entre a relação dos indicadores da aptidão neuromuscular e variáveis de resistência óssea parece proporcionar associações distintas, já que coeficientes estatisticamente significantes e de maior magnitude são observados quando as relações investigadas se referem à mesma fase da vida, como, por exemplo, na infância e adolescência (FORERO-BOGOTÁ et al, 2017), e entre mulheres adultas (BAILEY; BROOKE-WAVELL, 2010). Um único estudo que envolveu aptidão neuromuscular na infância e variáveis de resistência óssea no adulto, não apresentou relações significantes após controlar pelo desempenho adulto (FOLEY et al., 2008).

Ainda não está claro na literatura, o quanto dos benefícios obtidos na juventude podem ser mantidos na idade adulta. Um estudo com homens e mulheres ativos fisicamente na adolescência apresentavam CMO, em regiões de corpo total e quadril, oito a 10% maior que seus pares inativos ou moderadamente ativos. Cabe mencionar que um maior escore de atividade física foi encontrado entre os adultos classificados como fisicamente ativos durante a adolescência (BAXTER-JONES et al, 2008). Em estudos envolvendo atletas, observam-se discrepâncias quanto às vantagens no adulto oriundas da exposição às cargas mecânicas na infância/adolescência quando o estímulo é reduzido ou suspenso na idade adulta (BASS et al., 1998; SCERPELLA; DOWTHWAITE; ROSENBAUM, 2011; TERVO et al., 2008).

Apesar da potência muscular na infância ser um importante determinante da massa óssea no adulto, existe indícios de que esse fato para ser efetivo dependa da manutenção dos indicadores da aptidão neuromuscular no adulto (FOLEY et al., 2008). A resistência óssea aumentará por meio da aquisição de osso nas regiões estimuladas, assim como na ausência de estimulação, massa óssea será removida (WANG et al., 2009), demonstrando constante adaptação do osso às cargas mecânicas ao longo da vida. Dos estudos resultantes desta revisão sistemática, apenas um não avaliou o desempenho adulto na aptidão neuromuscular (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006).

Diferentes métodos foram empregados para obtenção das variáveis, dificultando a comparação entre os estudos. Para aptidão neuromuscular, foram utilizados desde dinamômetros e testes motores analisados separadamente à bateria neuromotora, na qual um escore resultava de diferentes componentes neuromotores, o que pode ter influenciado na relação. Força, resistência e potência muscular podem se relacionar distintamente com as variáveis de resistência óssea, especificidade essa que pode ser observada nos estudos (DELVAUX et al., 2001; FOLEY et al., 2008; BAILEY; BROOKE-WAVELL, 2010; FORERO-BOGOTÁ et al., 2017).

Também é interessante que a musculatura predominantemente envolvida no teste esteja próxima ao sítio ósseo mensurado e se este envolve ou não o suporte da massa corporal. Kemper et al. (2000), por exemplo, não encontraram associação estatisticamente significativa entre aptidão física com a DMO do rádio distal. Além da individualidade biológica, cada osso necessita de um limiar de deformação para apresentar uma reação e, possivelmente, há também uma determinada resposta conforme o tipo de osso (trabecular, cortical) predominante na região, levando à importância de se mensurar o maior número de sítios ósseos exequíveis. Barnekow-Bergkvist et al. (2006), obtiveram medidas do corpo total, membros inferiores e superiores, região lombar e fêmur, o que possibilitou relacionar com testes indicadores da aptidão neuromuscular com implicações em regiões corporais específicas.

No único estudo a utilizar a ultrassonometria, somente a região de calcâneo foi avaliada, mas testes indicadores da aptidão neuromuscular que observassem a especificidade local foram utilizados (FOLEY et al., 2008). Parâmetros da ultrassonometria óssea se associam aos riscos de fratura (MARÍN et al., 2006), porém, embora outras técnicas sejam interessantes na análise do *status* ósseo e do risco de fratura, a maioria dos estudos sobre pico de massa óssea tem utilizado DXA (WEAVER et al., 2016), método extremamente preciso para quantificar a DMO e a composição corporal (IAEA, 2010).

Foley et al. (2008), sugerem diferenças sexuais nos efeitos do exercício durante a infância na massa óssea adulta, e que o exercício teria mais benefícios a longo prazo no sexo feminino. Faulkner et al. (2001) também encontraram vantagens às moças ( $r=0,51$ ;  $p<0,05$ ) quando comparadas aos rapazes ( $r=0,13$ ;  $p=0,32$ ) na relação entre aptidão física na adolescência e DMO no adulto. Efeitos

distintos da atividade física durante a adolescência na resistência, conteúdo e tamanho ósseo em adultos foram observados por Duckhan et al. (2014), que especularam essas respostas serem oriundas da formação óssea, do aumento hormonal da adolescência e do tipo e intensidade das atividades físicas inerentes ao sexo. Os estudos identificados por esta revisão que envolveram rapazes e moças, consideraram a variável sexo em suas análises, estratificando o grupo (FOLEY et al., 2008) ou usando a variável como ajuste nos modelos de regressão (KEMPER et al., 2000).

A literatura tem indagado quanto à existência de um período mais propício para os ossos responderem aos estímulos de carga mecânica (MACKELVIE; KHAN; MCKAY, 2002). Estudo transversal envolvendo atletas de esportes com raquete concluiu que os benefícios na massa óssea foram duas vezes maiores se as moças iniciavam o treinamento antes da menarca do que próximo ou após a menarca (KANNUS et al., 1995). Baxter-Jones et al. (2011) observou que 39% do CMO corpo total foi alcançado no período de  $\pm 2,5$  anos do pico de velocidade do crescimento (PVC) e que o pico de ganho de massa óssea ocorreu por volta de um ano após o PVC, para ambos os sexos.

Os anos pré-púberes e peri-púberes são sinalizados como oportunos à influência da atividade física na resistência óssea de crianças e adolescentes (TAN et al., 2014). A exposição às cargas mecânicas na infância é reforçada por Gunter et al. (2012) para a otimização da saúde esquelética ao longo da vida, o que enfatiza a necessidade da relação entre aptidão neuromuscular e resistência óssea ser verificada o mais precocemente possível. Portanto, idades cronológica e biológica precisam ser consideradas nas análises, com exceção de um estudo que ajustou seus modelos de regressão à idade (FOLEY et al., 2008), os demais apresentavam homogeneidade etária (KEMPER et al., 2000; DELVAUX et al., 2001; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006), e quanto à maturação biológica, apenas dois estudos não obtiveram desses indicadores (DELVAUX et al., 2001; FOLEY et al., 2008).

Antropometria e composição corporal se relacionam com a massa óssea e foram consideradas nos estudos levantados por esta revisão. Modelos foram ajustados por estatura, massa corporal e somatório de dobras cutâneas (KEMPER et al., 2000), índice de massa corporal (FOLEY et al., 2008; DELVAUX et al., 2001), alteração na massa corporal entre *follow-up* e *baseline* (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006).

A importância de se estudar a composição corporal na análise de relação entre aptidão neuromuscular e resistência óssea é evidenciada por estudos que apresentam o efeito mediador da massa magra nessa relação. Estudo envolvendo crianças mostrou que a relação entre indicadores da aptidão neuromuscular e parâmetros ósseos foi totalmente mediada pela massa magra (TORRES-COSTOSO et al., 2015). Estudo com adolescentes demonstrou não existir uma relação independente entre aptidão física (bateria EUROFIT) e CMO corpo total após os modelos serem ajustados por massa magra e sim uma relação independente da massa magra com a massa óssea, explicando 67% da variação total independente de idade e sexo (VICENTE-RODRÍGUEZ et al., 2008).

Outras covariáveis foram ponderadas nos estudos, como informações relacionadas à nutrição (KEMPER et al., 2000; DELVAUX et al., 2001; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006), hábito de fumar na idade adulta (DELVAUX et al., 2001; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006) e uso de contraceptivos orais (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006), mas apenas no estudo de Kemper et al. (2000), quando associadas a outras variáveis, alguma influência foi observada. Realmente, muitas variáveis podem influenciar o pico de massa óssea, como genética, nutrição, uso de tabaco, consumo de bebidas alcólicas e uso de contraceptivos orais (HEANEY et al., 2000; WEAVER et al., 2016), e precisam, na medida do possível, serem consideradas nas investigações.

A quantidade reduzida de estudos, a diversidade das informações e algumas limitações, não proporcionam fundamentos para a elaboração de uma resposta ao objetivo desta revisão. Ressalta-se o fato de que a magnitude da relação ser baixa a moderada não diminuir a importância de se estimular o aprimoramento da aptidão neuromuscular na infância e adolescência, dada à sensibilidade do esqueleto a cargas mecânicas durante as duas primeiras décadas de vida e ao incremento na massa óssea durante os anos de crescimento ser essencial para a resistência óssea, adiamento do início da osteoporose e redução do risco de fratura.

Sugere-se a realização de estudos prospectivos com grande tamanho amostral; o acompanhamento de estratos masculino e feminino por vários anos com início em idades precoces como a infância; em múltiplos momentos do seguimento, a mensuração de vários sítios ósseos e a aplicação de testes indicadores da aptidão neuromuscular considerando especificidades do local; o controle do nível de desempenho em aptidão neuromuscular na idade adulta, assim como da atividade

física habitual e do comportamento sedentário; a análise do impacto da trajetória do desempenho em aptidão neuromuscular na massa óssea, além do potencial efeito da maturação biológica no período da juventude.

## Conclusão

A aptidão neuromuscular na infância mostrou relação positiva estatisticamente significativa com variáveis de resistência óssea no adulto para o sexo feminino, no entanto, essa relação não se manteve significativa após o controle do desempenho muscular na fase adulta. A aptidão neuromuscular na adolescência parece relacionar-se positivamente em magnitude baixa a moderada com a resistência óssea no adulto. Entretanto, não há evidências suficientes para sustentar essas afirmações, indicando a necessidade de mais investigações sobre o assunto.

## Referências

BAILEY, C. A.; BROOKE-WAVELL, K. Association of body composition and muscle function with hip geometry and BMD in premenopausal women. **Annals of Human Biology**, London, v. 37, n. 4, p. 524-535, Jul/Aug. 2010.

BARNEKOW-BERGKVIST, M.; HEDBERG, G.; PETTERSSON, U.; LORENTZON, R. Relationships between physical activity and physical capacity in adolescent females and bone mass in adulthood. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 16, n.6, p. 447-455, Dec. 2006.

BASS, S.; PEARCE, G.; BRADNEY, M.; HENDRICH, E.; DELMAS, PIERRE D.; HARDING, A.; SEEMAN, E. Exercise Before Puberty May Confer Residual Benefits in Bone Density in Adulthood: Studies in Active Prepubertal and Retired Female Gymnasts. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 13, n. 3, p. 500-507, Mar. 1998.

BAXTER-JONES, A.D.; KONTULAINEN, S.A.; FAULKNER, R.A.; BAILEY, D.A. A longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual from adolescence to young adulthood. **Bone**, Elmsford, v. 43, n. 6, p. 1101-1107, Dec. 2008.

BAXTER-JONES, A. D.G; FAULKNER, R. A.; FORWOOD, M. R.; MIRWALD, R. L.; BAILEY, D. A. Bone Mineral Accrual from 8 to 30 Years of Age: An Estimation of Peak Bone Mass. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 26, n. 8, p.1729-1739, Aug. 2011.

BORGSTRÖM, F.; LEKANDER, I.; IVERGÅRD, M.; STRÖM, O.; SVEDBOM, A.; ALEKNA et al. The International Costs and Utilities Related to Osteoporotic Fractures Study (ICUROS)—quality of life during the first 4 months after fracture. **Osteoporosis International**, London, v. 24, n. 3, p. 811-823, Mar. 2013.

- DALY, R. M.; STENEVI-LUNDGREN, S.; LINDEN, C.; KARLSSON, M.K. Muscle Determinants of Bone Mass, Geometry and Strength in Prepubertal Girls. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 40, n. 6, p. 1135–1141, Jun. 2008.
- DELVAUX, K.; LEFEVRE, J.; PHILIPPAERTS, R.; DEQUEKER, J.; THOMIS, M.; VANREUSEL et al. Bone mass and lifetime physical activity in Flemish males: a 27-year follow-up study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, n. 11, p. 1868-1875, Nov. 2001.
- DUCKHAM, R.L.; BAXTER-JONES, A.D.; JOHNSTON, J.D.; VATANPARAST, H.; COOPER, D.; KONTULAINEN, S. Does Physical Activity in Adolescence Have Site specific and Sex Specific Benefits on Young Adult Bone Size, Content, and Estimated Strength? **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 29, n. 2, p. 479-486, Feb. 2014.
- FAULKNER, R.A.; MIRWALD, R.L.; BAXTER-JONES, A.; BAILEY, D.A. The relationship of physical fitness at adolescence to adult bone mineral density. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 16, p. S441, Sep. 2001.
- FOLEY, S.; QUINN, S.; DWYER, T.; VENN, A.; JONES, G. Measures of Childhood Fitness and Body Mass Index are Associated With Bone Mass in Adulthood: A 20-Year Prospective Study. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 23, n. 7, p. 994-1001, Jul. 2008.
- FORERO-BOGOTÁ, M. A.; OJEDA-PARDO, M.L.; GARCÍA-HERMOSO, A.; CORREA-BAUTISTA, J.E.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E.; SCHMIDT-RÍOVALLE et al. Body Composition, Nutritional Profile and Muscular Fitness Affect Bone Health in a Sample of Schoolchildren from Colombia: The Fuprecol Study. **Nutrients**, Basel, v. 9, n. 2, p. 2-16, Feb. 2017.
- FROST, H.M. Bone's mechanostat: a 2003 update. **The Anatomical Record Part A**, Hoboken, v. 275, n. 2, p. 1081-1101, Dez. 2003.
- GRACIA-MARCO, L.; VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; CASAJÚS, J.A.; MOLNAR, D.; CASTILLO, M.J.; MORENO, L.A. Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA Study. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 111, n. 11, p. 2671-2680, Feb. 2011.
- GUNTER, K.B.; ALMSTEDT, H.C.; JANZ, K.F. Physical Activity in Childhood May Be the Key to Optimizing Lifespan Skeletal Health. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, New York, v. 40, n. 1, p. 13-21, Jan. 2012.
- HEANEY, R.P.; ABRAMS, S.; DAWSON-HUGHES, B.; LOOKER, A.; MARCUS, R.; MATKOVIC, V.; WEAVER, C. Peak Bone Mass. **Osteoporosis International**, London, v. 11, n. 12, p. 985-1009, Dec. 2000.
- HERNLUND, E.; SVEDBOM, A.; IVERGÅRD, M.; COMPSTON, J.; COOPER, C.; STENMARK, J. et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. **Archives of Osteoporosis**, London, v. 8, n. 1, p. 1-115, Dec. 2013.
- IAEA. **Dual energy X ray absorptiometry for bone mineral density and body composition assessment**. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010.

- KANNUS, P.; HAAPASALO, H.; SANKALO, M.; SIEVÄNEN, H.; PASANEN, M.; HEINONEN, A.; OJA, P.; VUORI, I. Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 123, n. 1, p. 27-31, Jul. 1995.
- KEMPER, H.C.G.; TWISK, J.W.R.; VAN MECHELEN, W.; POST, G.B.; ROOS, J.C.; LIPS, P. A fifteen-year longitudinal study in young adults on the relation of physical activity and fitness with the development of the bone mass: The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. **Bone**, Elmsford, v. 27, n. 6, p. 847-853, Dec. 2000.
- KLEIN-NULEND, J.; BAKKER, A.D.; BACABAC, R.G.; VATSA, A.; WEINBAUM, S. Mechanosensation and transduction in osteocytes. **Bone**, Elmsford, v. 54, n. 2, p. 182-190, Jun. 2013.
- LIBERATI, A.; ALTMAN, D.G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GÖTZSCHE, P.C.; IOANNIDIS, J.P. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 151, n. 4, p. W65-94, Aug. 2009.
- LORENTZON, M.; CUMMINGS, S.R. Osteoporosis: the evolution of a diagnosis (Key Symposium). **Journal of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 277, n.6, p. 650–661, Jun. 2015.
- MACKELVIE, K.J.; KHAN, K.M.; MCKAY, H.A. Is there a critical period for bone response to weightbearing exercise in children and adolescents? a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 36, n. 4, p. 250-257, Aug. 2002.
- MARÍN, F.; GONZÁLEZ-MACÍAS, J.; DÍEZ-PÉREZ, A.; PALMA, S.; DELGADO-RODRÍGUEZ, M. Relationship between bone quantitative ultrasound and fractures: a meta-analysis. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 21, n. 7, p. 1126-1135, Jul. 2006.
- NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. **Jama**, Chicago, v. 285, n. 6, p. 785-795, Feb. 2001.
- RAUCH, F.; BAILEY, D. A.; BAXTER-JONES, A.; MIRWALD, R.; FAULKNER, R. The 'muscle-bone unit' during the pubertal growth spurt. **Bone**, Elmsford, v. 34, n. 5, p. 771-775, May 2004.
- RIBEIRO, A. C.; SÁVIO, K. E. O.; RODRIGUES, M. D. L. C. F.; COSTA, T. H. M. D.; SCHMITZ, B. D. A. S. Validação de um questionário de frequência de consumo alimentar para população adulta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, p. 553-562, Set./Out. 2006.
- ROBLING, A.G. Is bone's response to mechanical signals dominated by muscle forces? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 41, n. 11, p. 2044-2049, Nov. 2009.
- SCERPELLA, T.A.; DOWTHWAITE, J.N.; ROSENBAUM, P.F. Sustained skeletal benefit from childhood mechanical loading. **Osteoporosis International**, London, v. 22, n. 7, p. 2205-2210, Jul. 2011.

TAN, V. P. S.; MACDONALD, H. M.; KIM, S.; NETTLEFOLD, L.; GABEL, L.; ASHE, M. C.; MCKAY, H. A. Influence of Physical Activity on Bone Strength in Children and Adolescents: A Systematic Review and Narrative Synthesis. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 29, n. 10, p. 2161-2181, Oct. 2014.

TERVO, T.; NORDSTRÖM, P.; NEOVIUS, M.; NORDSTRÖM, A. Constant Adaptation of Bone to Current Physical Activity Level in Men: A 12-Year Longitudinal Study. The **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 93, n. 12, p. 4873-4879, Dec. 2008.

TORRES-COSTOSO, A.; GRACIA-MARCO, L.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, M.; GARCÍA-PRIETO, J.C.; GARCÍA-HERMOSO, A.; DÍEZ-FERNÁNDEZ, A.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Lean mass as a total mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: a mediation analysis. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 33, n. 8, p. 817-830, Nov. 2015.

VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; URZANQUI, A.; MESANA, M.I.; ORTEGA, F.B.; RUIZ, J.R.; EZQUERRA, J. et al. Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association between lean mass and bone mass through adolescence: a cross-sectional study. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, Tokyo, v. 26, n. 3, p. 288-294, May 2008.

VON ELM, E.; ALTMAN, D. G.; EGGER, M.; POCOCK, S. J.; GÖTZSCHE, P. C.; VANDENBROUCKE, J. P. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **Preventive Medicine**, Baltimore, v. 45, n. 4, p. 247-251, Oct. 2007.

WANG, Q.; CHENG, S.; ALÉN, M.; SEEMAN, E.; THE FINNISH CALEX STUDY GROUP. Bone's structural diversity in adult females is established before puberty. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 94, n. 5, p. 1555-1564, May 2009.

WEAVER, C.; GORDON, C.; JANZ, K.; KALKWARF, H.; LAPPE, J.; LEWIS, R. et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. **Osteoporosis International**, London, v. 27, n. 4, p.1281-1386, Apr. 2016.

WEEDA, J.; HORAN, S.; BECK, B.; WEEKS, B.K. Lifetime Physical Activity, Neuromuscular Performance and Body Composition in Healthy Young Men. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 35, n. 11, p. 900-905, Oct. 2014.

XU, L.; NICHOLSON, P.; WANG, Q.; ALÉN, M.; CHENG, S. Bone and Muscle Development During Puberty in Girls: A Seven-Year Longitudinal Study. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 24, n. 10, p. 1693-1698, Oct. 2009.

## CAPÍTULO 4

### 4 ARTIGO ORIGINAL

#### 4.1 Trajetórias desenvolvimentais da aptidão muscular da infância à idade adulta e o efeito na massa óssea na idade adulta

##### Resumo

**Objetivos:** Identificar grupos de trajetórias desenvolvimentais em indicadores da aptidão muscular (IAM) da infância à idade adulta e analisar o efeito destas trajetórias na densidade mineral óssea (DMO) na idade adulta. **Métodos:** Participaram 148 adultos saudáveis (75 homens e 73 mulheres;  $22,3 \pm 1,7$  anos) e que, em maioria, haviam participado em quatro momentos de avaliações durante a infância, aos 9, 10, 11 e 12 anos. Nos momentos da infância e na idade adulta foram mensuradas estatura, massa corporal e IAM (preensão manual membro dominante [PMD], salto em distância parado [SD] e abdominal). Obteve-se apenas na idade adulta, como indicadores de saúde óssea (ISO), a DMO ( $\text{g/cm}^2$ ) do corpo total, dos segmentos braços, pernas, colo femoral direito e coluna lombar (L1-L4) estimados por algoritmo do equipamento de absorciometria por dupla emissão de raios X (G.E. *Healthcare*, Lunar DPX-NT). Análise dos dados envolveu: estatística descritiva para caracterização da amostra, teste *t* de Student ou *U* de *Mann-Whitney* para comparações entre os sexos, análise de trajetória baseada em grupos para identificação das trajetórias desenvolvimentais dos IAM, ANCOVA com *post hoc* de *Sidak* para comparação dos ISO entre os grupos de trajetórias, ajustando pela massa corporal e estatura no momento adulto, significância em  $p < 0,05$ . **Resultados:** Rapazes apresentaram valores significativamente superiores às moças nos IAM em todos os momentos, com exceção ao abdominal ( $35,9 \pm 8,2$  x  $34,2 \pm 6,8$  repetições) no momento quatro ( $12,1 \pm 1,3$  anos), e nos ISO, com exceção à L1-L4 ( $1,216 \pm 0,139$  x  $1,178 \pm 0,126$   $\text{g/cm}^2$ ). Até quatro diferentes trajetórias desenvolvimentais dos IAM foram identificadas e agruparam os participantes em: (A) aumento pouco expressivo; (B) aumento gradual do momento 1 ao 5; (C) aumento gradual do 1 ao 4 e menos expressivo do 4 ao 5; (D) aumento consistente. Os quatro tipos de trajetórias foram encontrados para PMD; as trajetórias (A), (B) e (D) para o abdominal e (B) e (D) para o SD. Não houve moças com trajetória consistente para a PMD, e foram poucas com essa característica para o abdominal ( $n=14$ ) e SD ( $n=5$ ). Maior DMO foi encontrada entre rapazes que apresentaram trajetória desenvolvimental consistente quando comparados aos de trajetória gradual. Isso pode ser notado para: trajetórias PMD e DMO braços [(D)= $0,989$  x (C)= $0,882$ ;  $p=0,04$ ]; trajetórias abdominal e DMO corpo total [(D)= $1,301$  x (B)= $1,238$ ;  $p=0,006$ ] e DMO pernas [(D)= $1,475$  x (B)= $1,390$ ;  $p=0,011$ ]; trajetórias SD e DMO corpo total [(D)= $1,286$  x (B)= $1,228$ ;  $p=0,02$ ] e DMO pernas [(D)= $1,449$  x (B)= $1,372$ ;  $p=0,026$ ]. Entre as moças, encontrou-se no SD para a DMO na L1-L4: (D)= $1,06$  x (B)= $1,183$ ,  $p=0,026$ , mas que deixou de ser significativo após identificação e exclusão de dado *outlier*. **Conclusão:** Ossos mais resistentes na idade adulta foram encontrados entre os rapazes com aumento consistente na aptidão muscular da infância à idade adulta.

**Palavras-chave:** força muscular, aptidão física; densidade mineral óssea.

## Introdução

A modelação e remodelação da massa e da estrutura óssea, reguladas pelos osteócitos por meio da ação dos osteoclastos e osteoblastos, são consequências da deformação do tecido ósseo, o qual se adapta às cargas mecânicas a que é submetido (KLEIN-NULEND et al., 2013; FROST, 2003). Assim, a ação da gravidade, a sustentação de peso, as forças externas e a força muscular em si, pode ser estímulo suficiente para a osteogênese (ROBLING, 2009), sendo a intensidade do estímulo, a frequência, o volume, a distribuição e a modalidade de deformação do tecido ósseo, determinantes ao ganho de massa óssea (HART et al., 2017).

Uma relação positiva com ampla variação de magnitude tem sido observada entre massa muscular, indicadores da aptidão muscular (IAM) e variáveis de resistência óssea, em crianças/adolescentes (FORERO-BOGOTÁ et al., 2017; ALGHADIR; GABR; RIZK, 2018), mulheres (BAILEY; BROOKE-WAVELL, 2010), homens (WEEDA et al., 2014), idosos (KIM et al., 2018), atletas (VLACHOPOULOS et al., 2017) e inclusive na transição de fases, como da adolescência à idade adulta (KEMPER et al., 2000).

Ganhos em massa óssea obtidos a partir da exposição a cargas mecânicas durante a infância e a adolescência podem persistir ao longo da vida (GUNTER; ALMSTEDT, JANZ, 2012). Existem evidências do efeito positivo da atividade física e do exercício físico na otimização dos ganhos de massa óssea até o alcance do pico de massa óssea (PMO) e da prorrogação do início da fragilização dos ossos em virtude da osteoporose senil (WEAVER et al., 2016). O PMO ocorre no final da segunda década ou no início da terceira década de vida, reiterando a importância da infância e da adolescência como períodos oportunos na constituição de ossos resistentes (BAXTER-JONES et al., 2011).

Entre os aspectos da juventude que podem beneficiar a resistência dos ossos pode-se citar o aprimoramento da aptidão muscular (SMITH et al., 2014). Apesar da genética e do característico aumento gradual do tamanho corporal e da quantidade de massa muscular durante os anos de crescimento físico longitudinal propiciarem melhor desempenho na aptidão muscular, adaptações neurais, maturidade biológica e exercícios físicos também influenciam no desempenho (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; LLOYD et al., 2014). Desta maneira, avaliar o *tracking* da aptidão

muscular durante os anos escolares pode ser parâmetro para elaboração de intervenções que objetivem promoção de saúde óssea (JANZ et al., 2015).

A força e a potência muscular são relativamente estáveis da infância à idade adulta (FRASER et al., 2017). No entanto, pode ser que diferentes trajetórias desenvolvimentais para aptidão muscular sejam identificadas no decorrer do tempo, nas quais alguns indivíduos apresentem aumento consistente no desempenho em IAM, enquanto outros, incremento discreto. Diante da falta de informações quanto ao efeito dessas trajetórias em indicadores de saúde óssea (ISO), os objetivos deste estudo foram: identificar grupos de trajetórias desenvolvimentais em IAM da infância à idade adulta e analisar o efeito destas trajetórias na densidade mineral óssea na idade adulta.

## **Métodos**

### **Amostra**

Participaram deste estudo 148 adultos jovens saudáveis com idades entre 18 e 25 anos, sendo 75 homens e 73 mulheres. Estes indivíduos participaram anteriormente, entre os anos de 2002 e 2006, quando apresentavam idades entre seis e 12 anos, de um estudo intitulado “*Tracking* dos indicadores da aptidão física relacionada à saúde em escolares”. A partir das informações pessoais arquivadas no banco de dados deste projeto, por possuírem ao menos um momento de avaliação completa no período, 1052 indivíduos foram elegíveis a participar em 2016 do projeto “Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos: um estudo longitudinal de 15 anos”. Após o processo de busca dos indivíduos, 150 pessoas participaram da coleta em 2016.

Os critérios de inclusão para este estudo foram: a) ter participado das mensurações dos IAM no período da infância e no período adulto para a construção das trajetórias desenvolvimentais; b) ter participado das mensurações dos indicadores de saúde óssea em 2016 para a comparação entre os grupos de trajetórias desenvolvimentais dos IAM. Foram critérios de exclusão: participantes em uso frequente de medicamentos para tratamento de alguma doença que pudesse interferir nas variáveis do estudo, que possuíam alguma limitação física que

impossibilitasse a realização dos testes físicos, que apresentavam dados incompletos para as análises.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, com o parecer nº 1.340.735 de 27/11/2015. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos do projeto, os procedimentos de avaliação e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### Antropometria

Na infância e na idade adulta adotou-se os procedimentos descritos por Gordon et al. (1988) para mensuração da estatura e da massa corporal. No *follow-up*, a estatura foi mensurada em um estadiômetro portátil com resolução de 0,1 cm, marca *Harpenden*, e a massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma, digital, marca *Balmak*, com resolução de 0,5 g.

### Indicadores da Aptidão Muscular

Os IAM foram obtidos na infância e na idade adulta adotando os procedimentos descritos a seguir.

O teste de prensão manual foi aplicado conforme procedimentos descritos por Soares e Sessa (2001), utilizando-se um dinamômetro científico manual ajustável do tipo *Jamar Hydraulic Dynamometer (Sammons e Preston Scientific Industries Inc.)*, de fabricação norte-americana, com precisão de dois kgf, graduado de zero a 90 kgf. Foram realizadas alternadamente três medidas em cada mão e considerada a melhor execução de cada mão. O participante foi questionado quanto à mão dominante e a força de prensão manual de tal mão foi a adotada para a construção das trajetórias. Denominou-se esta variável como prensão manual dominante (PMD).

Desempenho em salto em distância parado (SD) consistiu em se impulsionar horizontalmente com os pés paralelos a partir de um ponto de partida sobre uma fita métrica fixada no chão. Após três tentativas, foi registrada a maior distância alcançada (SOARES; SESSA, 2001).

O teste abdominal foi aplicado utilizando-se um colchonete e um cronômetro. Em decúbito dorsal, quadris e joelhos flexionados, plantas dos pés voltadas para o chão, braços cruzados no tórax, mãos apoiadas nos ombros, avaliador segurando os pés, foi orientado a realizar o máximo de repetições de elevação do tronco até contato dos antebraços com as coxas e retomada à posição inicial por um período de 60 segundos (AAHPERD, 1988).

#### Indicadores de saúde óssea

A densidade mineral óssea (DMO) do corpo inteiro e dos segmentos braços, pernas, colo femural direito e região lombar da coluna (L1-L4) foi estimada por algoritmo do equipamento de absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) da marca G.E. *Healthcare*, modelo Lunar DPX-NT.

Para a realização do exame, os indivíduos foram orientados quanto às contraindicações, procedimentos e vestimenta apropriados. Para o exame de corpo inteiro, os participantes foram posicionados em decúbito dorsal e alinhados, mantendo-se imóveis por aproximadamente 15 a 20 minutos. Para a região lombar, os indivíduos também foram posicionados em decúbito dorsal, as pernas foram colocadas sobre um bloco formando um ângulo de 90 graus em relação à mesa, com intuito de retificar a coluna lombar. Para o exame do fêmur proximal, mantido o posicionamento em decúbito dorsal, utilizou-se um suporte triangular para imobilizar os membros inferiores após uma rotação interna e posicionamento adequado do fêmur, para captura da região de interesse colo femural.

A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e, tanto a calibragem quanto o exame foram realizados por um técnico de laboratório com experiência nesse tipo de avaliação.

#### Análise dos dados

Os dados foram processados no SPSS v. 24.0 e no Stata/IC v. 15.1. A amostra foi caracterizada com valores de média e desvio padrão, no grupo total e estratificada por sexo, considerando os momentos de avaliação, que vai do momento 1 ao 5, sendo de 1 a 4, coletados entre 2002 a 2005, o período da infância, e o momento 5, coletado em 2016, referente à idade adulta jovem. A

comparação entre os sexos quanto às variáveis antropométricas, de aptidão muscular e de saúde óssea foi realizada utilizando-se o teste *t* para variáveis independentes ou o teste *U* de *Mann-Whitney*, conforme a distribuição dos dados.

Para identificar cada participante em um grupo de trajetória desenvolvimental dos IAM e para a construção dos gráficos de trajetórias, foi utilizada a análise de trajetória baseada em grupos (JONES; NAGIN, 2012) com o pacote estatístico STATATRAJ (STATACORP LP). A quantidade adequada de grupos de trajetórias desenvolvimentais foi determinada com base no menor valor de Critério de Informação Bayesiano (BIC), conforme orientações sugeridas por Nylund, Asparouhov e Muthén (2007). Inicialmente, em todos os grupos foi utilizado o modelo quadrático, e após a identificação da quantidade de grupos, a função polinomial (constante, linear ou quadrática) foi determinada quando atendendo significância de  $p < 0,01$  e menor erro (TABELAS SUPLEMENTARES).

A comparação dos ISO entre os grupos de trajetórias desenvolvimentais dos IAM foi estratificada por sexo e realizada por ANCOVA com *post hoc* de *Sidak*, controlando a massa corporal e a estatura do momento adulto. A homogeneidade de cada modelo foi checada pelo teste de *Levene*. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .

## Resultados

As características descritivas dos participantes podem ser observadas nas Tabelas 4.1 e 4.2. Na Tabela 4.1 são apresentadas informações relacionadas à antropometria e aos IAM em cada momento do acompanhamento, tanto dos participantes estratificados por sexo, quanto grupo total.

Convém mencionar que no momento 5, três moças e três rapazes não participaram do teste de SD, e duas moças e três rapazes não participaram do teste abdominal. Nota-se o aumento gradativo nas variáveis antropométricas e nos IAM como esperado entre os anos de crescimento físico e idade adulta jovem.

Na Tabela 4.2 são apresentadas as informações das variáveis ósseas mensuradas na idade adulta, ou seja, no quinto momento de coleta de dados, para o grupo total e estratificado por sexo.

Tabela 4.1 – Características descritivas dos participantes considerando sexo e momento de avaliação.

Momento	n	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	PMD (kgf)	SD (cm)	Abdominal (repetições)
Moças							
1	73	9,1±1,6	135,2±11,8	32,4±9,5	17,2±5,2	129,8±19,9	29,7±8,0
2	63	10,0±1,6	141,2±11,9	36,0±10,8	19,7±5,3	135,6±20,1	31,9±7,7
3	50	11,1±1,5	146,9±12,3	40,5±11,4	22,8±6,5	142,2±16,3	33,9±5,9
4	39	11,9±1,4	152,0±12,2	43,3±11,8	25,3±7,2	146,1±28,4	34,2±6,8
5	73	22,2±1,7	164,6±6,5	60,8±10,7	28,8±5,5	153,0±17,6	37,5±10,1
Rapazes							
1	75	9,3±1,3	136,4±9,4	34,2±8,8	19,4±4,8*	139,2±21,4*	33,7±8,9*
2	59	10,4±1,4	142,8±10,2	38,7±10,1	23,4±6,0*	144,4±18,4*	34,7±8,6*
3	51	11,4±1,3	147,8±9,9	42,1±9,4	25,6±6,8*	152,2±21,4*	36,1±6,3*
4	40	12,2±1,2	153,1±10,3	45,9±11,2	28,7±8,0*	163,8±21,9*	35,9±8,2
5	75	22,4±1,7	177,3±6,5*	77,7±12,2*	50,2±8,9*	206,4±24,1*	47,3±9,9*
Total							
1	148	9,0±1,5	135,8±10,6	33,3±9,2	18,3±5,1	134,6±21,1	31,8±8,7
2	122	10,2±1,5	141,9±11,1	37,3±10,5	21,5±5,9	139,8±19,7	33,3±8,3
3	101	11,2±1,4	147,4±11,1	41,3±10,4	24,2±6,8	147,2±19,7	35,0±6,2
4	79	12,1±1,3	152,6±11,2	44,7±11,5	27,1±7,8	155,1±26,7	35,1±7,6
5	148	22,3±1,7	171,1±9,1	69,3±14,3	39,6±13,1	179,5±34,1	42,4±11,1

Nota: PMD = prensão manual membro dominante; SD = salto em distância parado. \*Diferença significativa entre os sexos para cada momento, nível de significância adotado de  $p < 0,05$ .

Tabela 4.2 – Características descritivas das variáveis ósseas na idade adulta (momento 5).

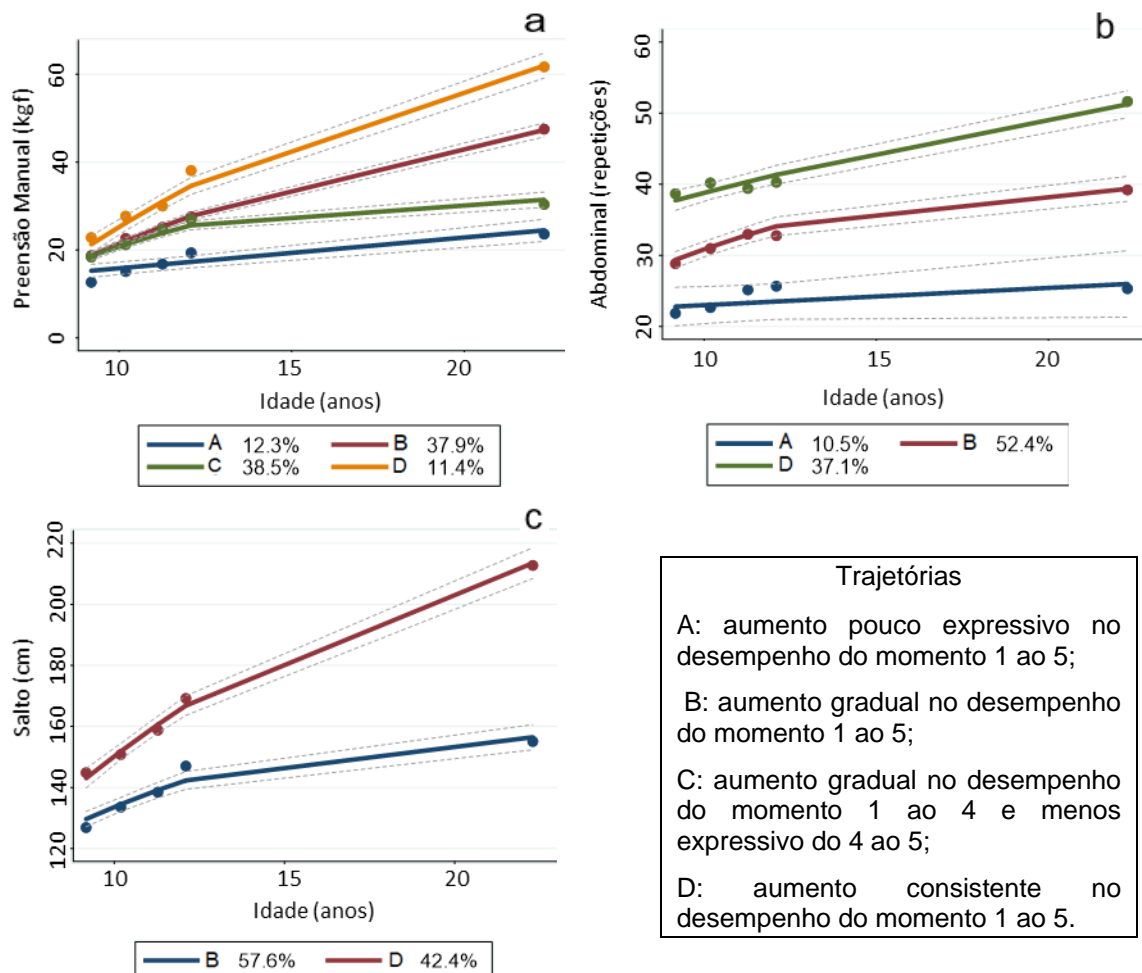
DMO ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )	Moças (n=71)	Rapazes (n=73)	Total (n=144)
Total	1,170±0,076	1,275±0,092*	1,223±0,099
Braços	0,797±0,050	0,950±0,092*	0,874±0,106
Pernas	1,207±0,096	1,439±0,125*	1,324±0,161
Colo femoral direito	1,040±0,123	1,176±0,185*	1,109±0,171
L1-L4	1,178±0,126	1,216±0,139	1,197±0,134

Nota: DMO = densidade mineral óssea. \*Diferença significativa entre os sexos, nível de significância adotado de  $p < 0,05$ .

Abrangendo a amostra total, foram identificadas quatro diferentes trajetórias desenvolvimentais para os IAM: A - aumento pouco expressivo no desempenho do momento 1 ao 5; B - aumento gradual no desempenho do momento 1 ao 5; C - aumento gradual no desempenho do momento 1 ao 4 e menos expressivo do 4 ao 5; D - aumento consistente no desempenho do momento 1 ao 5.

Para a PMD (FIGURA 4.1 - a), conforme decisões baseadas nas informações apresentadas na Tabela suplementar 4.1, foram encontrados os quatro tipos de trajetórias (A, B, C e D). Para o indicador da aptidão muscular abdominal, em acordo com os critérios apresentados na Tabela suplementar 4.2, três diferentes trajetórias desenvolvimentais foram identificadas (FIGURA 4.1 - b), com as características A, B e D. Duas diferentes trajetórias desenvolvimentais foram identificadas para o SD (FIGURA 4.1 - c), com base nas informações apresentadas na Tabela suplementar 4.3, com as características de B e D.

Figura 4.1 – Trajetórias desenvolvimentais da PMD (a), do abdominal (b) e do SD (c) com intervalo de confiança (IC) a 95%.



Nota: Cada linha representa um grupo de trajetória desenvolvimental. As linhas pontilhadas que acompanham as trajetórias representam o intervalo de confiança a 95%. Os pontos sólidos indicam os valores médios em cada momento de medida.

Identificados os grupos de trajetórias desenvolvimentais para cada indicador da aptidão muscular, houve a estratificação por sexo e a comparação entre os grupos das variáveis ósseas controlando a massa corporal e a estatura na idade adulta, como pode ser observado nas Tabelas 4.3 e 4.4. Observa-se ausência de rapazes que apresentassem trajetória com aumento pouco expressivo (grupo A) no desempenho da PMD e do SD, e quantidade discreta para o abdominal. Nota-se que é discreta a quantidade de moças que apresentaram trajetória com aumento consistente nos IAM (grupo D), inclusive nenhuma apresentou essa trajetória para a PMD.

Tabela 4.3 – Comparações das médias das variáveis ósseas entre os grupos de trajetórias desenvolvimentais de cada indicador da aptidão muscular para o sexo masculino.

	Grupos de Trajetórias (médias)				Comparações entre os grupos (valor de p)		
	A (n=0)	B (n=52)	C (n=5)	D (n=16)	B x C	B x D	C x D
<b>PMD</b>							
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,276	1,200	1,295	0,140	0,826	0,089
DMO braços (g/cm <sup>2</sup> )	-	0,944	0,882	0,989	0,238	0,225	<b>0,040</b>
DMO pernas (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,442	1,373	1,450	0,547	0,993	0,547
DMO colo femural dir. (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,166	1,064	1,239	0,853	0,748	0,585
DMO L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,225	1,152	1,204	0,571	0,934	0,846
<b>Abdominal</b>							
	A (n=3)	B (n=30)	C (n=0)	D (n=37)	A x B	A x D	B x D
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	1,224	1,238	-	1,301	0,988	0,275	<b>0,006</b>
DMO braços (g/cm <sup>2</sup> )	0,877	0,928	-	0,965	0,596	0,169	0,210
DMO pernas (g/cm <sup>2</sup> )	1,314	1,390	-	1,475	0,603	0,054	<b>0,011</b>
DMO colo femural dir. (g/cm <sup>2</sup> )	1,120	1,107	-	1,220	0,997	0,848	0,101
DMO L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	1,185	1,166	-	1,244	0,993	0,826	0,056
<b>Salto em distância parado</b>							
	A (n=0)	B (n=17)	B (n=0)	D (n=52)	B x D		
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,228	-	1,283	<b>0,020</b>		
DMO braços (g/cm <sup>2</sup> )	-	0,912	-	0,957	0,070		
DMO pernas (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,372	-	1,449	<b>0,026</b>		
DMO colo femural dir. (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,145	-	1,172	0,987		
DMO L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,171	-	1,216	0,240		

Notas: PMD = preensão manual membro dominante; DMO = densidade mineral óssea. As comparações foram realizadas por ANCOVA e as médias foram estimadas considerando a massa corporal e a estatura no momento 5 (adulto). Os valores de DMO para braços e colo femural direito não apresentaram distribuição normal e foram transformados. Trajetórias - A: aumento pouco expressivo no desempenho do momento 1 ao 5; B: aumento gradual no desempenho do momento 1 ao 5; C: aumento gradual no desempenho do momento 1 ao 4 e menos expressivo do 4 ao 5; D: aumento consistente do momento 1 ao 5.

Entre os indivíduos que participaram da identificação das trajetórias desenvolvimentais, quatro participantes da trajetória da PMD e do abdominal, e cinco participantes da trajetória do SD, não apresentavam as medidas das variáveis ósseas e, portanto, foram excluídos nas comparações.

Tabela 4.4 – Comparações das médias das variáveis ósseas entre os grupos de trajetórias desenvolvimentais de cada indicador da aptidão muscular para o sexo feminino.

	Grupos de Trajetórias (médias)				Comparações entre os grupos (valor de p)		
	A (n=16)	B (n=2)	C (n=53)	D (n=0)	A x B	A x C	B x C
<b>PMD</b>							
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	1,177	1,211	1,670	-	0,868	0,914	0,716
DMO braços (g/cm <sup>2</sup> )	0,781	0,873	0,799	-	0,552	1	0,502
DMO pernas (g/cm <sup>2</sup> )	1,205	1,257	1,205	-	0,751	1	0,725
DMO colo femural dir. (g/cm <sup>2</sup> )	1,173	1,085	1,214	-	0,551	0,983	0,425
DMO L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	1,200	1,101	1,174	-	0,685	0,843	0,826
<b>Abdominal</b>	A (n=13)	B (n=42)	C (n=0)	D (n=14)	A x B	A x D	B x D
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	1,166	1,176	-	1,141	0,945	0,611	0,169
DMO braços (g/cm <sup>2</sup> )	0,798	0,798	-	0,784	1	0,734	0,599
DMO pernas (g/cm <sup>2</sup> )	1,221	1,209	-	1,173	0,932	0,231	0,282
DMO colo femural dir. (g/cm <sup>2</sup> )	1,074	1,039	-	1,004	0,743	0,267	0,580
DMO L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	1,183	1,192	-	1,110	0,992	0,288	0,070
<b>Salto em distância parado</b>	A (n=0)	B (n=63)	C (n=0)	D (n=5)	B x D	B x D*	
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,166	-	1,161	0,847	0,254	
DMO braços (g/cm <sup>2</sup> )	-	0,795	-	0,788	0,670	0,558	
DMO pernas (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,203	-	1,195	0,806	0,519	
DMO colo femural dir. (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,042	-	0,987	0,170	0,750	
DMO L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	-	1,183	-	1,060	<b>0,026</b>	0,308	

Notas: PMD = prensão manual membro dominante; DMO = densidade mineral óssea. As comparações foram realizadas por ANCOVA e as médias foram estimadas considerando a massa corporal e a estatura no momento 5 (adulto). Os valores de DMO para braços e colo femural direito não apresentaram distribuição normal e foram transformados. Trajetórias - A: aumento pouco expressivo no desempenho do momento 1 ao 5; B: aumento gradual no desempenho do momento 1 ao 5; C: aumento gradual no desempenho do momento 1 ao 4 e menos expressivo do 4 ao 5; D: aumento consistente do momento 1 ao 5. \*Comparação entre os grupos B e D excluindo *outlier*.

Destaca-se que os pressupostos para a ANCOVA foram atendidos e o teste de *Levene* apontou homogeneidade das variâncias nas comparações destacadas como significativas na Tabela 4.3: PMD e DMO braços (F=1,752; p=0,181),

abdominal e DMO total ( $F= 1,71$ ;  $p=0,188$ ), abdominal e DMO pernas ( $F=2,618$ ;  $p=0,08$ ), SD e DMO total ( $F= 0,086$ ;  $p=0,770$ ), SD e DMO pernas ( $F=1,385$ ;  $p=0,243$ ), e na Tabela 4.4: SD e DMO L1-L4 ( $F=1,781$ ;  $p=0,187$ ).

A comparação dos valores de DMO em diferentes regiões de interesse apontou que os indivíduos do grupo de trajetória desenvolvimental caracterizado por aumento consistente no desempenho nos IAM apresentavam maiores valores de DMO quando comparados aos do grupo de aumento gradual no desempenho para o sexo masculino. Para as moças, somente no SD foi observado diferença significativa na DMO L1-L4 (1,183 vs. 1,060;  $p=0,026$ ) a favor do grupo aumento gradual no desempenho. Vale destacar que no caso das moças, no grupo D (aumento consistente) há presença de um *outlier*, e a diferença na DMO entre os grupos de trajetórias deixou de ser significativa estatisticamente, após a retirada desse dado. Assim sendo, o aumento consistente na aptidão muscular da infância à idade adulta jovem para os rapazes implica em ossos mais resistentes na idade adulta, fato não verificado nas moças.

## Discussão

Este estudo identificou diferentes trajetórias desenvolvimentais da infância à idade adulta jovem para os IAM. Os participantes do sexo masculino da trajetória desenvolvimental caracterizada por incremento consistente no desempenho em IAM apresentaram vantagens na DMO de diferentes regiões quando comparados àqueles com trajetória desenvolvimental de incremento gradual. Para o sexo feminino, uma única variável foi significativa estatisticamente, com efeito inverso, e deixou de apresentar diferença significativa com a exclusão de um dado *outlier*.

Até o momento, não foi localizado nenhum estudo que tenha utilizado a análise de trajetória baseada em grupo para o grupamento de indivíduos que tenham comportamento similar no decorrer dos anos no desempenho em IAM. Assim, estudos de curva em desempenho motor e de *tracking* podem auxiliar na compreensão das trajetórias encontradas (PETERSON; KRISHAN, 2015; FRASER et al., 2017).

Observa-se que as trajetórias desenvolvimentais encontradas neste estudo apresentaram características similares às curvas para IAM, apesar destes estudos utilizarem de delineamento transversal para determinarem as curvas. Foi possível

encontrar curvas com incremento consistente, com incremento gradual e com aumento pouco expressivo para os IAM dos anos de crescimento físico à idade adulta (PETERSON; KRISHAN, 2015; SANTOS et al., 2014; ORTEGA et al., 2010).

Estudos de *tracking* envolvem delineamento longitudinal com objetivo de descrever um padrão regular de crescimento ou de mudança em uma sequência de padrões de momentos distintos, do indivíduo em relação ao grupo. Permitem a análise de estabilidade no decorrer do tempo e de predição de uma variável em momentos futuros (MALINA, 2001; MAIA et al., 2002). Resultados similares aos deste estudo podem ser localizados em estudos de *tracking*, com incremento no desempenho da força de preensão manual da infância à idade adulta mais expressivo entre os rapazes quando comparados às moças, e mudança pouco significativa na quantidade de abdominais para o período. Embora sejam escassas as análises da posição relativa ao grupo quanto à aptidão física da infância ou adolescência à idade adulta, os achados sugerem *tracking* moderado a forte para IAM (TRUDEAU et al., 2003; FORTIER et al., 2001; FRASER et al., 2017). Por meio da análise de trajetória desenvolvimental em grupos do presente estudo também foi possível identificar indivíduos que mantiveram uma mesma posição relativa ao grupo no decorrer dos anos.

Uma maior quantidade de efeitos significativos da trajetória desenvolvimental dos IAM na DMO foi encontrada entre os rapazes. Oposto aos resultados do presente estudo, Foley et al. (2008) e Faulkner et al. (2001) apontaram vantagens às moças quando comparadas aos rapazes na relação entre aptidão física na infância e adolescência e DMO na idade adulta. Segundo Duckhan et al. (2014) a atividade física durante a adolescência pode proporcionar respostas distintas na resistência, conteúdo e tamanho ósseo no adulto, isso poderia ser resultante da formação óssea, especificidade hormonal e características das atividades físicas inerentes ao sexo. Como neste estudo a variável independente foi a trajetória desenvolvimental, a menor quantidade de moças em relação aos rapazes que apresentaram aumento consistente no desempenho nos IAM pode esclarecer parcialmente este resultado e salientar a necessidade de estimular as moças a participarem de brincadeiras fisicamente ativas e a praticarem exercícios que promovam força, resistência e potência muscular.

Nesta investigação, as mulheres com trajetória consistente no desempenho do SD apresentaram menor DMO da L1-L4 quando comparadas às mulheres com

trajetória gradual. Resultado similar a este foi encontrado por Torres-Costoso et al. (2015) e compreendido pela influência de fatores como o peso corporal, aspecto controlado neste estudo, e a coordenação motora na realização do teste. O achado do presente estudo é atribuído à presença de uma participante com característica de *outlier*, com causa desconhecida para a tão baixa massa óssea apresentada. Quando a análise foi realizada excluindo-se o dado *outlier*, a diferença deixou de ser significativa.

Não foram localizados estudos que tenham avaliado o impacto de trajetórias desenvolvimentais da aptidão muscular em variáveis ósseas. Os estudos localizados na literatura tiveram como objetivo relacionar essas variáveis e/ou explicar o efeito de IAM em variáveis ósseas em determinadas fases da vida ou, até mesmo, de uma fase a outra da vida. Esses estudos apontam maiores valores nos IAM entre aqueles com melhor indicador de saúde óssea, correlações positivas moderadas a fortes (ALGHADIR; GABR; RIZK, 2018; WEEDA et al., 2014; FORERO-BOGOTÁ et al., 2017) e que diminuem à medida em que os intervalos de mensurações são muito afastados no tempo, como é o caso ao avaliar da adolescência à idade adulta (KEMPER et al., 2000; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006).

A plausibilidade biológica do efeito da aptidão muscular no tecido ósseo está pautada na teoria mecanostática, em que os músculos e os ossos interagem por meio da contração muscular em função da exposição às cargas mecânicas (FROST, 2003). Quando os estímulos são adequados, inicia-se um processo de osteogênese que proporciona ossos mais resistentes. Melhor desempenho na aptidão muscular pode apontar para músculos mais acionados e conseqüentemente ossos mais estimulados. Essa interpretação fica notória quando se observa o efeito do desempenho muscular na DMO em locais específicos, como os resultados para preensão manual e DMO braços, SD e DMO pernas, abdominais e DMO L1-L4. Especificidades de local como estas também foram salientadas por outros estudos (DUCKHAN et al., 2014; AYDIN et al., 2006).

Assim sendo, é possível reconhecer a importância do acompanhamento do desempenho da aptidão muscular durante os anos de crescimento físico como parâmetro de resistência óssea. Diante dos resultados deste estudo, de pesquisas que apontam a capacidade osteogênica do tecido ósseo aos estímulos tanto na infância quanto na adolescência (NAUGHTON et al., 2017), e de evidências da importância de otimização do PMO para todo o ciclo de vida (WEAVER et al., 2016),

ênfatiza-se que a aptidão muscular pode ser um indicador potencializador de saúde óssea de fácil avaliação durante os anos escolares. Sugere-se a realização de estudos que possam identificar valores normativos e/ou de critérios para classificação do desempenho em IAM associados à resistência óssea.

Um ponto forte deste estudo é a mensuração de IAM em múltiplos momentos no tempo, caracterizando um delineamento longitudinal, permitindo o agrupamento dos participantes com similar trajetória desenvolvimental da infância à idade adulta jovem. Outro potencial é a obtenção de ISO de diferentes regiões de interesse por meio do DXA, equipamento preciso em quantificar a DMO (IAEA, 2010), em faixa etária equivalente ao PMO (BAXTER-JONES et al., 2011).

Limitações do estudo incluem o tamanho amostral reduzido, que influenciou na quantidade de variáveis que puderam ser controladas no modelo e na constituição dos grupos de trajetórias desenvolvimentais dos IAM, mas que é compatível com estudos de acompanhamento e permitiu controlar as principais variáveis influenciadoras da relação investigada. Embora o delineamento seja longitudinal, abrangendo um período de 15 anos, houve um amplo espaço de tempo sem mensurações, o que poderia trazer informações adicionais e auxiliar na compreensão dos resultados encontrados. Os ISO foram mensurados apenas no momento adulto e se tivesse sido possível obtê-los nos momentos anteriores de avaliação algumas compreensões poderiam ser ampliadas.

## **Conclusão**

Este estudo identificou diferentes trajetórias desenvolvimentais para IAM entre a infância e a idade adulta jovem, compreendendo trajetória consistente, gradual e com incremento menos expressivo no período. A trajetória desenvolvimental de incremento consistente durante os anos de crescimento físico propiciou efeito positivo na DMO de algumas regiões de interesse entre os rapazes.

## **Referências**

AAHPERD. **Physical Best**. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. Reston, 1988.

- ALGHADIR, A.H.; GABR, S.A.; RIZK, A.A. Physical fitness, adiposity, and diets as surrogate measures of bone health in schoolchildren: a biochemical and cross-sectional survey analysis. **Journal of Clinical Densitometry: Assessment & Management of Musculoskeletal Health**, Totowa, v. 21, n. 3, p. 1-14, Jul. 2018.
- AYDIN, G.; ATALAR, E.; KELES, L.; TOSUN, A.; ZOG, G.; KELES, H.; ORKUN, S. Predictive value of grip strength for bone mineral density in males: site specific or systemic? **Rheumatology International**, Berlin, v. 27, n. 2, p. 125-9, Dec. 2006.
- BAILEY, C. A.; BROOKE-WAVELL, K. Association of body composition and muscle function with hip geometry and BMD in premenopausal women. **Annals of Human Biology**, London, v. 37, n. 4, p. 524-535, Jul/Aug. 2010.
- BARNEKOW-BERGKVIST, M.; HEDBERG, G.; PETTERSSON, U.; LORENTZON, R. Relationships between physical activity and physical capacity in adolescent females and bone mass in adulthood. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 16, n.6, p. 447-455, Dec. 2006.
- BAXTER-JONES, A. D.G; FAULKNER, R. A.; FORWOOD, M. R.; MIRWALD, R. L.; BAILEY, D. A. Bone Mineral Accrual from 8 to 30 Years of Age: An Estimation of Peak Bone Mass. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 26, n. 8, p.1729-1739, Aug. 2011.
- DUCKHAM, R.L.; BAXTER-JONES, A.D.; JOHNSTON, J.D.; VATANPARAST, H.; COOPER, D.; KONTULAINEN, S. Does physical activity in adolescence have site-specific and sex-specific benefits on young adult bone size, content, and estimated strength? **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 29, n. 2, p. 479-88, Feb. 2014.
- FAULKNER, R.A.; MIRWALD, R.L.; BAXTER-JONES, A.; BAILEY, D.A. The relationship of physical fitness at adolescence to adult bone mineral density. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 16, p. S441, Sep. 2001.
- FOLEY, S.; QUINN, S.; DWYER, T.; VENN, A.; JONES, G. Measures of Childhood Fitness and Body Mass Index are Associated With Bone Mass in Adulthood: A 20-Year Prospective Study. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 23, n. 7, p. 994-1001, Jul. 2008.
- FORERO-BOGOTÁ, M. A.; OJEDA-PARDO, M.L.; GARCÍA-HERMOSO, A.; CORREA-BAUTISTA, J.E.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E.; SCHMIDT-RÍOVALLE et al. Body Composition, Nutritional Profile and Muscular Fitness Affect Bone Health in a Sample of Schoolchildren from Colombia: The Fuprecol Study. **Nutrients**, Basel, v. 9, n. 2, p. 2-16, Feb. 2017.
- FORTIER, M.D.; KATZMARZYK, P.T.; MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. Seven-year stability of physical activity and musculoskeletal fitness in the Canadian population. **Medicine and Science and Sports and Exercise**, Madison, v. 33, n. 11, p. 1905-11, Nov. 2001.
- FRASER, B.J.; SCHMIDT, M.D.; HUYNH, Q.L.; DWYER, T.; VENN, A.J.; MAGNUSSEN, C.G. Tracking of muscular strength and power from youth to young

adulthood: longitudinal findings from the childhood determinants of adult health study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 20, n.10, p. 927-931, Out. 2017.

FROST, H.M. Bone's mechanostat: a 2003 update. **The Anatomical Record Part A**, Hoboken, v. 275, n. 2, p. 1081-1101, Dec. 2003.

GORDON, C.C.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Anthropometric standardizing reference manual. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. (Ed.). **Stature, recumbent length, and weight**. Champaign: Human Kinetics Books, p.3-8, 1988.

GUNTER, K.B.; ALMSTEDT, H.C.; JANZ, K.F. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. **Exercise Sport Science Review**, New York, v. 40, n. 1, p. 13-21, Jan. 2012.

HART, N.H.; NIMPHIUS, S.; RANTALAINEN, T.; IRELAND, A.; SIAFARIKAS, A.; NEWTON, R.U. Mechanical basis of bone strength: influence of bone material, bone structure and muscle action. **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions**, Kifissia, v. 17, n. 3, p. 114-139, Set. 2017.

IAEA. **Dual energy X ray absorptiometry for bone mineral density and body composition assessment**. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010.

JANZ, K.F.; THOMAS, D.Q.; FORD, M.A.; WILLIAMS, S.M. Top 10 research questions related to physical activity and bone health in children and adolescents. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v. 86, n.1, p. 5-12, Mar. 2015.

JONES, B.L.; NAGIN, D.S. **A Stata plugin for estimating group-based trajectory models**. 2012. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/fc51/d4ff61909fa893edbf6ee5da32ac48fdc430.pdf>. Acessado em: 15/05/18.

KEMPER, H.C.G.; TWISK, J.W.R.; VAN MECHELEN, W.; POST, G.B.; ROOS, J.C ; LIPS, P. A fifteen-year longitudinal study in young adults on the relation of physical activity and fitness with the development of the bone mass: The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. **Bone**, Elmsford, v. 27, n. 6, p. 847-853, Dec. 2000.

KIM, K.M.; LIM, S.; O.H, T.J., MOON, J.H., CHOI, S.H.; LIM, J.Y., KIM, K.W., PARK, K.S.; JANG, H.C. Longitudinal changes in muscle mass and strength, and bone mass in older adults: gender-specific associations between muscle and bone losses. **J. Gerontol A Biol Sci Med**, Washington, v. 73, n. 8, p. 1062-9, Jul. 2018.

KLEIN-NULEND, J.; BAKKER, A.D.; BACABAC, R.G.; VATSA, A.; WEINBAUM, S. Mechanosensation and transduction in osteocytes. **Bone**, Elmsford, v. 54, n. 2, p. 182-190, Jun. 2013.

LLOYD, R. et al. Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 48, n. 7, p. 498-505, Apr. 2014.

- MAIA, J.A.R.; SILVA, R.G.; SEABRA, A.; LOPES, V.P. A importância do estudo do tracking (estabilidade e previsão) em delineamentos longitudinais: um estudo aplicado à epidemiologia da atividade física e à performance desportivo-motora. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 2, n. 4, p. 41-56, 2002.
- MALINA, R. Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. **American Journal of Human Biology**, New York, v. 13, n.2, p. 162-72, Mar. 2001.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2 ed. São Paulo: Phorte, 2009.
- NAUGHTON, G.; GREENE, D.; COURTEIX, D.; BAXTER-JONES, A. Resilient, responsive, and healthy developing bones: the good news about exercise and bone in children and youth. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 29, n. 4, p. 437-9, Nov. 2017.
- NYLUND, K.L.; ASPAROUHOV, T.; MUTHÉN, B.O. Deciding on the number of classes in latent class analysis and growth mixture modelling: a Monte Carlo simulation study. **Structural Equation Modeling**, Philadelphia, v. 14, n. 4, p. 535-569, Dec. 2007.
- ORTEGA et al. Physical fitness level among European adolescents: the HELENA study. **British Journal Sports Medicine**, Loughborough, v. 45, n. 1, p. 20-29, Jan. 2010.
- PETERSON, M.D.; KRISHNAN, C. Growth charts for muscular strength capacity with quantile regression. **American Journal of Preventive Medicine**, Netherlands, v. 49, n. 6, p. 935-8, Dec. 2015.
- ROBLING, A.G. Is bone's response to mechanical signals dominated by muscle forces? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 41, n. 11, p. 2044-2049, Nov. 2009.
- SANTOS, R.; MOTA, J.; SANTOS, D.A.; SILVA, A.M.; BAPTISTA, F.; SARDINHA, L.B. Physical fitness percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10-18 years. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 32, n. 16, p. 1510-18, May 2014.
- SMITH, J.J.; EATHER, N.; MORGAN, P.J.; PLOTNIKOFF, R.C.; FAIGENBAUM, A.D.; LUBANS, D.R. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 44, n. 9, p. 1209-1223, Sep. 2014.
- SOARES, J.; SESSA, M. Medidas de força muscular. In: MATSUDO, V. K. R. (editor). **Testes em Ciências do Esporte**. São Caetano do Sul: Celafiscs - cd-rom, 2001.
- TORRES-COSTOSO, A.; GRACIA-MARCO, L.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, M.; GARCÍA-PRIETO, J.C.; GARCÍA-HERMOSO, A.; DÍEZ-FERNÁNDEZ, A.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Lean mass as a total mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: a mediation analysis. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 33, n. 8, p. 817-830, Nov. 2015.

TRUDEAU, F.; SHEPHARD, R.J.; ARSENAULT, F.; LAURENCELLE, L. Tracking of physical fitness from childhood to adulthood. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 28, n. 2, p. 257-271, Apr. 2003.

VLACHOPOULOS, D.; UBAGO-GUISADO, E.; BARKER, A.R.; METCALF, B.S.; FATOUROS, I.G.; AVLONITI, A.; KNAPP, K.M.; MORENO, L.A.; WILLIAMS, C.A.; GRACIA-MARCO, L. Determinants of bone outcomes in adolescent athletes at baseline: the Pro-Bone Study. **Medicine and Science and Sports and Exercise**, Madison, v. 49, n. 7, p. 1389-1396, Jul. 2017.

WEAVER, C.; GORDON, C.; JANZ, K.; KALKWARF, H.; LAPPE, J.; LEWIS, R.; O'KARMA, M.; WALLACE, T.; ZEMEL, B. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. **Osteoporosis International**, London, v. 27, n. 4, p.1281-1386, Apr. 2016.

WEEDA, J.; HORAN, S.; BECK, B.; WEEKS, B.K. Lifetime Physical Activity, Neuromuscular Performance and Body Composition in Healthy Young Men. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 35, n. 11, p. 900-905, Oct. 2014.

## TABELAS SUPLEMENTARES

**Tabela Suplementar 4.1** – Processo de busca do modelo de trajetórias para apreensão manual membro dominante.

Determinando a quantidade de grupos de trajetórias da PMD			
	Nº de Grupos	BIC	% Menor Grupo
	2	-1980,7	46,08
	3	-1941,46	24,8
	4	-1902,92	11,36
	5	não constrói modelo	

A quantidade final de grupos de trajetórias da PMD foi determinada em 4.

Melhor função para o modelo dos grupos de trajetórias da PMD:			
Grupo	Função	p	erro
1	constante	<0,0001	1,44
1	linear	<0,0001	0,10
2	linear	<0,0001	0,51
2	quadrática	<0,0001	0,02
3	linear	<0,0001	0,50
3	quadrática	<0,0001	0,02
4	linear	<0,0001	0,96
4	quadrática	<0,0001	0,03

**Nota:** PMD = apreensão manual membro dominante.

**Tabela Suplementar 4.2** – Processo de busca do modelo de trajetórias para abdominal.

Determinando a quantidade de grupos de trajetórias do abdominal			
	Nº de Grupos	BIC	% Menor Grupo
	2	-2026,05	49,60
	3	-2005,98	10,46
	4	-2007,73	6,30
	5	-2007,36	4,53

A quantidade final de grupos de trajetórias do abdominal foi determinada em 3.

Melhor função para o modelo dos grupos de trajetórias da abdominal:			
Grupo	Função	p	erro
1	constante	<0,0001	2,62
1	linear	0,21	0,19
2	linear	<0,0001	0,59
2	quadrática	<0,0001	0,02
3	linear	0,035	0,78
3	quadrática	0,41	0,02

**Tabela Suplementar 4.3** – Processo de busca do modelo de trajetórias para salto em distância parado.

Determinando a quantidade de grupos de trajetórias da SD			
	Nº de Grupos	BIC	% Menor Grupo
	2	-2544,98	42,4
	3	-2547,91	0,7
	4	-2533,43	0,7

A quantidade final de grupos de trajetórias do SD foi determinada em 2.

Melhor função para o modelo dos grupos de trajetórias do SD:			
Grupo	Função	p	erro
1	linear	<0,0001	1,44
1	quadrática	<0,0001	0,04
2	linear	<0,0001	1,81
2	quadrática	<0,0001	0,05

**Nota:** SD = salto em distância parado.

## CAPÍTULO 5

### 5 ARTIGO ORIGINAL

#### 5.1 Relação entre aptidão muscular na infância e densidade mineral óssea no adulto: análise de mediação da aptidão muscular na idade adulta

##### Resumo

**Objetivos:** Relacionar indicadores da aptidão muscular (IAM) na infância com densidade mineral óssea (DMO) de diferentes regiões de interesse na idade adulta e verificar se a relação é mediada pelo desempenho nos indicadores da aptidão muscular na idade adulta. **Métodos:** Foram voluntários 138 adultos saudáveis (69 homens e 69 mulheres; 22,3±1,7 anos) acompanhados em etapa anterior quando tinham entre 6 e 12 anos. Na infância e na idade adulta obteve-se estatura, massa corporal e IAM [preensão manual membro dominante (PMD), salto em distância parado (SD), abdominal e escore AM (escore z de PMD+SD+abdominal)]. Na idade adulta estimou-se a DMO do corpo total, dos braços, das pernas, do tronco, do colo femoral direito e da coluna lombar (L1-L4) por algoritmo do equipamento de absorciometria por dupla emissão de raios X (G.E. *Healthcare*, Lunar DPX-NT). Análise dos dados envolveu: estatística descritiva para caracterização da amostra; teste *t* ou *U* de *Mann-Whitney* para comparação entre os sexos, regressão linear múltipla para a relação entre IAM na infância e DMO das diferentes regiões, análise de mediação dos respectivos IAM na idade adulta na relação entre os IAM na infância e a DMO das diferentes regiões; significância em  $p < 0,05$ . **Resultados:** Sexo masculino apresentou vantagens comparado ao feminino nos IAM na infância (PMD: 19,36±4,74 x 16,97±4,92 kgf; SD: 139,71±22,0 x 128,77±19,42 cm; abdominal: 34,12±9,1 x 29,41±8,11 repetições), na idade adulta (PMD: 49,72±8,74 x 28,75±5,48 kgf; SD: 206,18±24,4 x 152,69±17,74 cm; abdominal: 47,65±9,8 x 37,39±10,25 repetições) e na DMO na idade adulta, exceto para região L1-L4 (1,20±0,13 x 1,17±0,12 g/cm<sup>2</sup>). Análise de regressão ajustada por sexo, idade e escore z do IMC na infância revelou que alguns IAM na infância apresentaram relação positiva com ISO na idade adulta, como: PMD com DMO total ( $R^2=0,35$ ,  $p=0,043$ ), braços ( $R^2=0,58$ ,  $p=0,015$ ) e tronco ( $R^2=0,24$ ,  $p=0,017$ ); abdominal com DMO L1-L4 ( $R^2=0,06$ ,  $p=0,036$ ) e tronco ( $R^2=0,23$ ,  $p=0,036$ ); e escore AM com DMO tronco ( $R^2=0,23$ ,  $p=0,040$ ). Análise de mediação apontou: PMD adulto mediou as relações entre PMD infância e DMO total [efeito indireto (EI)=0,0026; intervalo de confiança 95% (IC95%)=0,0006; 0,005], DMO braços (EI=0,0018; IC95%=0,0008; 0,0031) e DMO tronco (EI=0,0024; IC95%=0,0003; 0,0050); efeito direto do abdominal na infância com a DMO L1-L4 (EI=-0,0008; IC95%=-0,0023; 0,0005) e um efeito total com a DMO tronco (EI=0,0002; IC95%=-0,0006; 0,0012); efeito total do escore da AM infância na DMO do tronco (EI=0,0031; IC95%=-0,0006; 0,0080). **Conclusão:** Alguns IAM na infância apresentaram relação positiva em magnitude baixa a moderada com DMO de diferentes regiões de interesse na idade adulta. IAM adulto mediaram a maior parte das relações, o que pode indicar a constante adaptação do tecido ósseo aos estímulos a que é submetido, porém a observação de efeitos direto e total, salienta a importância de aprimorar a aptidão muscular desde a infância.

**Palavras-chave:** aptidão física; força muscular; saúde óssea.

## Introdução

O pico de massa óssea (PMO), compreendido como o alcance total do maior potencial de resistência dos ossos, atingido na idade adulta jovem (HEANEY et al., 2000), tem papel relevante na prevenção da osteoporose e das fraturas no decorrer do envelhecimento (BONJOUR et al., 2009). Um aumento em 10% no PMO, em estimativa por análise teórica, adia em 13 anos o início do desenvolvimento da osteoporose (HERNANDEZ; BEAUPRÉ; CARTER, 2003) e, por sugestão de estudos epidemiológicos, reduz em 50% o risco de fratura das mulheres na fase senil (BONJOUR et al., 2012). Considerando ainda que a variabilidade da taxa de PMO é maior do que a da taxa de perda óssea (HUI; SLEMENDA; JR, 1990), otimizar o ganho de massa óssea durante os anos de crescimento é fundamental para amenizar as consequências do processo fisiológico de perda com o processo de envelhecimento.

Vários fatores determinam o PMO, como genética, *status* ósseo durante a infância, reguladores endócrinos, interação do tecido ósseo com outros tecidos, fatores do estilo de vida, doenças crônicas da infância (GORDON et al., 2017; WEAVER et al., 2016) e aptidão física em idade escolar (ALGHADIR et al., 2018; GRACIA-MARCO et al., 2011). Como a trajetória do ganho de massa óssea é similar à trajetória do crescimento linear, determinantes modificáveis ou não durante os anos peripúberes impactam consideravelmente a aquisição de massa óssea e o alcance do PMO (BONJOUR; CHEVALLEY, 2014).

Assim, considerando o efeito da interação do tecido ósseo com outros tecidos, como o tecido muscular, no PMO (RAUCH et al., 2004), e de fatores do estilo de vida, como a prática de atividades físicas (WEAVER et al., 2016), a relação entre a aptidão muscular na infância com indicadores de saúde óssea (ISO) na idade adulta pode auxiliar na compreensão desses fatores e propiciar o desenvolvimento de estratégias de intervenção que maximizem o PMO.

Embora existam evidências do impacto do estresse mecânico por meio da ação muscular na modulação óssea (NAUGHTON et al., 2017), ainda não está claro se as vantagens obtidas são mantidas ao cessar o estímulo (KARLSSON, ROSENGREN, 2012; BIELEMANN et al., 2014). Enquanto alguns estudos apontam uma manutenção dos benefícios oriundos da exposição às cargas mecânicas mesmo após anos do término da prática da modalidade (SCERPELLA;

DOWTHWAITE; ROSENBAUM, 2011; ERLANDSON et al., 2017), outros demonstram que os ganhos podem não ser mantidos mediante o término ou a redução da atividade (KARLSSON et al., 2000; TERVO et al., 2008).

Dada a constante remodelação do tecido ósseo e a capacidade de adaptação do tecido às necessidades cotidianas individuais, pode ser que haja uma dependência do estado atual na manutenção dos acréscimos adicionais decorrentes de estresse mecânico anterior. Baxter-Jones et al. (2008) observaram em homens e mulheres que haviam sido fisicamente ativos durante a adolescência, conteúdo mineral ósseo oito a 10% maior comparado aos pares inativos ou moderadamente ativos na adolescência, e que eles também apresentavam maiores escores de atividade física na idade adulta. Foley et al. (2008) encontraram que a associação entre indicadores da aptidão muscular (IAM) na infância e variáveis de resistência óssea na idade adulta deixou de ser significativa estatisticamente quando o modelo de análise foi ajustado pelo desempenho nos testes quando adulto.

Desta maneira, levanta-se a questão: a aptidão muscular na infância é relacionada com a densidade mineral óssea (DMO) em diferentes regiões de interesse na idade adulta? Se esta relação existe, ela é direta ou mediada pelo desempenho adulto em IAM? Na expectativa de solucionar essas lacunas, o objetivo deste estudo foi relacionar IAM na infância com DMO de diferentes regiões de interesse na idade adulta e verificar se a relação é mediada pelo desempenho nos indicadores da aptidão muscular na idade adulta.

## **Métodos**

### **Amostra**

Um total de 138 adultos jovens saudáveis (69 homens) com idades entre 18 e 25 anos participaram deste estudo. Estes voluntários participaram anteriormente, em etapa aqui denominada “*baseline*”, entre os anos de 2002 e 2006, quando apresentavam idades entre 6 e 12 anos, de um estudo intitulado “*Tracking dos indicadores da aptidão física relacionada à saúde em escolares*”. A partir das informações pessoais arquivadas no banco de dados deste projeto, por possuírem ao menos um momento de avaliação completa no período, 1052 indivíduos foram elegíveis a participar em 2016 do projeto “Aptidão física e prática de esportes na

infância e adolescência e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos: um estudo longitudinal de 15 anos”. Após o processo de busca dos indivíduos, os voluntários participaram da coleta de dados em etapa identificada como “*follow-up*”.

Os critérios de inclusão para este estudo foram: a) ter participado das mensurações dos indicadores da aptidão muscular no período da infância e no período adulto; b) ter participado das mensurações dos indicadores de saúde óssea em 2016. Foram critérios de exclusão: participantes em uso frequente de medicamentos para tratamento de alguma doença que pudesse interferir nas variáveis do estudo, que possuíam alguma limitação física que impossibilitasse a realização dos testes físicos, que apresentavam dados incompletos para as análises.

Este estudo foi aprovado com o parecer nº 1.340.735 de 27/11/2015 pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após serem informados sobre os objetivos do projeto e os procedimentos de avaliação.

#### Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma, digital, marca *Balmak*, com precisão de 0,5 g. A estatura foi mensurada em um estadiômetro portátil com precisão de 0,1 cm, marca *Harpenden*, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al. (1988). Posteriormente, o índice de massa corporal (IMC) foi calculado [massa corporal (kg)/estatura (m)<sup>2</sup>].

#### Indicadores da aptidão muscular

Utilizando os procedimentos detalhados a seguir, foram aplicados os seguintes testes na infância e na idade adulta.

O teste de prensão manual foi aplicado conforme procedimentos descritos por Soares e Sessa (2001), utilizando-se um dinamômetro científico manual ajustável do tipo *Jamar Hydraulic Dynamometer (Sammons e Preston Scientific Industries Inc.)*, de fabricação norte-americana, com precisão de dois kgf, graduado

de zero a 90 kgf. Foram realizadas alternadamente três medidas em cada mão e considerada a melhor execução de cada uma delas. O participante foi questionado quanto à mão dominante e a força de preensão manual de tal mão foi a adotada para a construção das trajetórias, identificando esta variável como preensão manual dominante (PMD).

Desempenho em salto em distância parado (SD) consistiu em se impulsionar horizontalmente com os pés paralelos a partir de um ponto de partida sobre uma fita métrica fixada no chão. Foi registrada a maior distância alcançada em centímetros (cm) após três tentativas (SOARES; SESSA, 2001).

O teste abdominal foi aplicado utilizando-se um colchonete e um cronômetro. Em decúbito dorsal, quadris e joelhos flexionados, plantas dos pés voltadas para o chão, braços cruzados no tórax, mãos apoiadas nos ombros, avaliador segurando os pés, foi orientado a realizar o máximo de repetições de elevação do tronco até contato dos antebraços com as coxas e retomada à posição inicial por um período de 60 segundos (AAHPERD, 1988).

#### Densidade mineral óssea e regiões de interesse

A DMO foi considerada das seguintes regiões de interesse: corpo total, braços, pernas, tronco, colo femural direito e região lombar da coluna (L1-L4). A DMO de cada região foi estimada por algoritmo do equipamento de absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) da marca G.E. *Healthcare*, modelo Lunar DPX-NT.

Os indivíduos foram orientados quanto às contraindicações, procedimentos e vestimenta apropriados para a realização do exame. O exame de corpo inteiro foi realizado com os participantes posicionados em decúbito dorsal e alinhados, mantendo-se imóveis por aproximadamente 15 a 20 minutos. Para a região lombar, os indivíduos também foram posicionados em decúbito dorsal, as pernas foram colocadas sobre um bloco formando um ângulo de 90 graus em relação à mesa, com intuito de retificar a coluna lombar. Para o exame do fêmur proximal, mantido o posicionamento em decúbito dorsal, utilizou-se um suporte triangular para imobilizar os membros inferiores após uma rotação interna e posicionamento adequado do fêmur, para captura da região de interesse colo femural.

O equipamento foi calibrado conforme as recomendações do fabricante. Um técnico de laboratório com experiência realizou tanto a calibragem quanto o exame.

#### Análise dos dados

A caracterização da amostra foi realizada com valores de média e desvio padrão, considerando a estratificação por sexo. A normalidade da distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de *Kolgomorov-Smirnov*. A comparação entre os sexos quanto às variáveis antropométricas, aos IAM e às regiões de interesse da DMO envolveu a utilização do teste *t* para variáveis independentes paramétricas ou o teste *U* de *Mann-Whitney* quando as variáveis não apresentaram normalidade na distribuição dos dados. Este mesmo procedimento foi adotado para a análise de desistências (*dropout*) na comparação das variáveis do *baseline* entre aqueles que participaram e não participaram do momento *follow-up*.

A regressão linear múltipla por meio do método *enter* foi utilizada para analisar a relação entre os IAM mensurados na infância (*baseline*) e a DMO de diferentes regiões de interesse mensuradas na idade adulta (*follow-up*). Além do desempenho em cada indicador da aptidão muscular, foi calculado um índice denominado *escore de aptidão muscular (Escore AM)* na infância, somando-se o valor padronizado em *escore z* (valor individual – média / desvio padrão) do desempenho em cada indicador da aptidão muscular (PMD + SD + abdominal). As análises de regressão foram ajustadas por sexo, idade cronológica e *escore z* do IMC na infância.

A análise de mediação foi realizada nos IAM da infância que apresentaram relação significativa estatisticamente com os ISO, considerando como variável mediadora o respectivo indicador da aptidão muscular na idade adulta. Equivalente ao da infância, porém considerando os valores obtidos na idade adulta, um *escore de aptidão muscular (Escore AM)* na idade adulta foi calculado. A análise de mediação seguiu os princípios de Baron e Kenny (1986) por meio da macro PROCESS 3.0 por Andrew F. Hayes, onde “a” refletiu a relação da variável independente com a variável proposta como mediadora, “b” foi o efeito da variável mediadora na variável dependente, parcializando o efeito da variável independente, “c” representou o impacto direto da variável independente na variável dependente e, “c” representou o efeito total da variável independente na variável dependente. O

efeito indireto é o produto de “a” e “b” e quantificou o efeito da variável independente na variável dependente por meio da variável mediadora.

Os dados foram analisados utilizando-se o SPSS para Windows versão 24.0. O nível de significância adotado foi de 5%.

## Resultados

A caracterização da amostra nos momentos *baseline* e *follow-up* quanto às variáveis antropométricas, aos indicadores da aptidão muscular e de saúde óssea é apresentada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Características descritivas da amostra.

Características	<i>Baseline</i>		<i>Follow-up</i>	
	Feminino n= 69	Masculino n= 69	Feminino n= 69	Masculino n= 69
Idade (anos)	9,03±1,57	9,31±1,33	22,20±1,73	22,36±1,74
Massa corporal (kg)	32,06±9,47	33,65±8,25	60,32±10,73	76,12±10,61*
Estatura (cm)	134,78±11,56	135,99±9,35	164,64±6,67	176,54±6,04*
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	17,30±2,79	17,97±2,61	22,21±3,42	24,40±2,95*
PMD (kgf)	16,97±4,92	19,36±4,74*	28,75±5,48	49,72±8,74*
SD (cm)	128,77±19,42	139,71±22,0*	152,69±17,74	206,18±24,4*
Abdominal (repetições)	29,41±8,11	34,12±9,1*	37,39±10,25	47,65±9,80*
DMO Total (g/cm <sup>2</sup> )	-	-	1,167±0,074	1,270±0,091*
DMO Braços (g/cm <sup>2</sup> )	-	-	0,795±0,049	0,945±0,092*
DMO Pernas (g/cm <sup>2</sup> )	-	-	1,204±0,095	1,430±0,122*
DMO Tronco (g/cm <sup>2</sup> )	-	-	0,978±0,091	1,057±0,096*
DMO L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	-	-	1,174±0,124	1,205±0,135
DMO Colo Femural Direito (g/cm <sup>2</sup> )	-	-	1,040±0,123	1,176±0,185*

Notas: IMC = índice de massa corporal; PMD = preensão manual membro dominante; SD = salto em distância parado; DMO = densidade mineral óssea. \*Diferença significativa entre os sexos em  $p < 0,05$ .

A comparação entre os sexos no momento *baseline* apontou vantagens significativas estatisticamente aos rapazes para o desempenho na PMD, no SD e no abdominal. No momento *follow-up*, com exceção das variáveis idade ( $p=0,593$ ) e DMO L1-L4 ( $p= 0,162$ ), os rapazes apresentaram valores significativamente superiores às moças.

A análise de *dropout*, ou seja, a comparação das variáveis no *baseline* entre os que participaram e não participaram do momento *follow-up* pode ser observada

na Tabela 5.2. A variável abdominal no sexo masculino foi a única a apresentar diferença significativa estatisticamente no momento *baseline* entre os que participaram e não participaram da etapa *follow-up*.

Tabela 5.2 – Análise de *dropout*.

Variáveis	Feminino		p	Masculino		p
	Participaram do <i>Follow-up</i>	Não Participaram do <i>Follow-up</i>		Participaram do <i>Follow-up</i>	Não Participaram do <i>Follow-up</i>	
	n=69	n=421		n=69	n=473	
Idade (anos)	9,0±1,6	9,3±1,8	0,51	9,3±1,3	9,1±1,8	0,08
Massa corporal (kg)	32,1±9,5	33,9±10,6	0,19	33,6±8,2	34,3±10,8	0,77
Estatura (cm)	134,8±11,6	135,7±11,9	0,52	136,0±9,3	135,5±11,7	0,28
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	17,3±2,8	18,0±3,2	0,11	18,0±2,6	18,2±3,2	0,93
PM (kgf)	17,3±4,8	17,6±5,4	0,96	19,2±4,9	19,1±6,3	0,28
SD (cm)	128,8±19,4	122,8±23,6	0,06	139,7±22,0	136,0±20,8	0,13
Abdominal (rep)	29,4±8,1	28,7±9,3	0,61	34,1±9,1	31,7±8,7*	0,02

Notas: IMC = índice de massa corporal; PM = preensão manual direita; SD = salto em distância parado; rep=repetições. \*Diferença significativa dos dados do momento *baseline* entre os participantes e não participantes do momento *follow-up*, nível de significância em  $p < 0,05$ .

Na Tabela 5.3 são apresentadas as informações referentes à relação entre IAM na infância e a DMO de diferentes regiões de interesse na idade adulta. No procedimento de regressão linear múltipla foram considerados os ajustes por sexo, idade e escore z do IMC na infância.

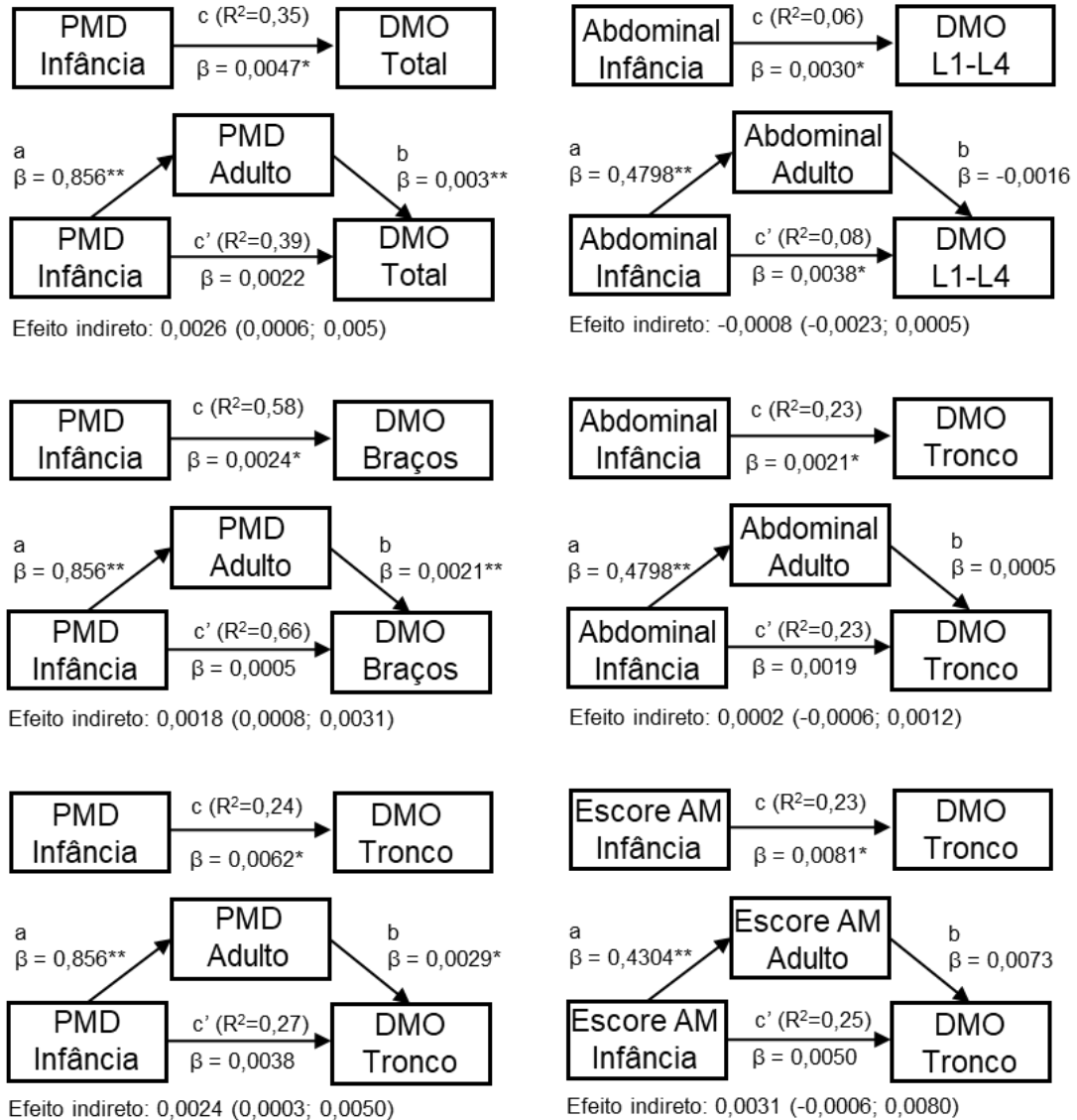
Os IAM na infância PMD, abdominal e escore AM foram preditores significativos da DMO total, braços e tronco; DMO L1-L4 e tronco, e DMO tronco, respectivamente. Posteriormente a esta identificação, os respectivos IAM mensurados no momento *follow-up*, ou seja, na fase adulta jovem, foram avaliados como mediadores na relação entre os IAM na infância e os ISO na idade adulta. As análises de mediação podem ser observadas na Figura 5.1.

Tabela 5.3 – Relação entre indicadores da aptidão muscular na infância e densidade mineral óssea de diferentes regiões de interesse na idade adulta.

<b>DMO Total (g/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>β (IC 95%)</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>	<b>DMO Tronco (g/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>β (IC 95%)</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
PMD (kgf)	0,005 (0,0001;0,009)	0,35	<b>0,043</b>	PMD (kgf)	0,006 (0,017; 0,001)	0,24	<b>0,017</b>
SD (cm)	0,001 (-0,0002;0,001)	0,34	0,176	SD (cm)	0,001 (-0,0001; 0,002)	0,22	0,097
Abdominal (rep)	0,001 (-0,0004;0,003)	0,34	0,151	Abdominal (rep)	0,002 (-0,017; 0,006)	0,23	<b>0,036</b>
Escore AM	0,005 (-0,002;0,012)	0,34	0,131	Escore AM	0,008 (0,0004; 0,016)	0,23	<b>0,040</b>
<b>DMO Braços (g/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>β (IC 95%)</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>	<b>DMO Pernas (g/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>B (IC 95%)</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
PMD (kgf)	0,002 (0,0004; 0,004)	0,58	<b>0,015</b>	PMD (kgf)	0,004 (-0,002; 0,011)	0,54	0,172
SD (cm)	0,00006 (-0,0003;0,0004)	0,57	0,717	SD (cm)	0,001 (-0,0002; 0,002)	0,54	0,122
Abdominal (rep)	-0,000008 (-0,001; 0,001)	0,57	0,983	Abdominal (rep)	0,002 (-0,001; 0,004)	0,54	0,140
Escore AM	0,001 (-0,002; 0,004)	0,56	0,514	Escore AM	0,007 (-0,002; 0,016)	0,54	0,132
<b>DMO L1-L4 (g/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>β (IC 95%)</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>	<b>DMO Colo D. (g/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>β (IC 95%)</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
PMD (kgf)	0,002 (-0,005; 0,010)	0,03	0,576	PMD (kgf)	0,002 (-0,002; 0,006)	0,11	0,294
SD (cm)	0,001 (-0,0004; 0,002)	0,04	0,237	SD (cm)	0,0002 (-0,001; 0,001)	0,10	0,572
Abdominal (rep)	0,003 (0,0002; 0,006)	0,06	<b>0,036</b>	Abdominal (rep)	0,00005 (-0,002; 0,002)	0,10	0,952
Escore AM	0,008 (-0,003; 0,019)	0,05	0,170	Escore AM	0,003 (-0,004; 0,009)	0,11	0,391

Notas: DMO = densidade mineral óssea; PMD = prensão manual membro dominante; SD = salto em distância parado; Escore AM = escore de aptidão muscular na infância; DMO Colo D = DMO colo femoral direito; β = beta; Abdominal (rep) = repetições de abdominal; IC 95% = intervalo de confiança a 95%; R<sup>2</sup> = coeficiente de explicação do modelo. Modelo ajustado por sexo, idade cronológica e escore z do IMC na infância. Obs.: as variáveis DMO braços e DMO colo D. foram normalizadas.

Figura 5.1 – Modelos de mediação dos indicadores da aptidão muscular na idade adulta na relação entre indicadores da aptidão muscular na infância e densidade mineral óssea de diferentes regiões de interesse na idade adulta.



Notas: PMD = prensão manual membro dominante; DMO = densidade mineral óssea; a = efeito da variável independente na variável proposta como mediadora; b = efeito da variável proposta como mediadora na variável dependente com efeito parcial da variável independente; c' = efeito direto da variável independente na variável dependente; c = efeito total da variável independente na variável dependente. Modelo ajustado por sexo, idade cronológica e escore z do IMC na infância. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ .

Considerando os coeficientes das equações de regressão na análise de mediação identificados como a, b, c e c', bem como o nível de significância a partir do intervalo de confiança do efeito indireto (a.b), observa-se que a PMD adulto foi mediadora das relações entre PMD infância com DMO total [efeito indireto (EI)=0,0026; intervalo de confiança 95% (IC)=0,0006; 0,005], DMO braços

(EI=0,0018; IC=0,0008; 0,0031) e DMO tronco (EI=0,0024; IC=0,0003; 0,0050). Quanto à variável abdominal na infância, houve um efeito direto com a DMO da região L1-L4 ( $\beta=0,0038$ ;  $p=0,0148$ ) e um efeito total com a DMO do tronco ( $\beta=0,0021$ ;  $p=0,036$ ). O escore de AM infância apresentou um efeito total na DMO do tronco ( $\beta=0,0081$ ;  $p=0,039$ ).

## **Discussão**

Até o momento, este parece ser um dos primeiros estudos que analisou a relação entre IAM na infância e DMO de diferentes regiões de interesse na idade adulta e investigou o papel mediador de IAM na idade adulta na relação em questão. Quanto à relação, os principais resultados foram: relação positiva e significativa da PMD com a DMO do corpo total, dos braços e do tronco; do abdominal com a DMO da região L1-L4 e do tronco, e do escore da AM infância com a DMO do tronco.

A magnitude da relação encontrada no presente estudo é baixa a moderada, assim como os resultados observados na literatura (KEMPER et al., 2000; DELVAUX et al., 2001). Ao ponderar sexo, idade cronológica, escore z do IMC na infância e o indicador da aptidão muscular na determinação dos ISO, foram observados modelos com explicação de 6% (abdominal e DMO L1-L4) a 58% (PMD e DMO braços). Apesar da magnitude da relação e da explicação de alguns modelos ser discreta, é importante pontuar algumas considerações, como a grande variedade de determinantes que influenciam o PMO (WEAVER et al., 2016), fazendo com que esses resultados mereçam atenção, menores coeficientes de correlação geralmente são encontrados conforme aumenta-se o intervalo de tempo entre as medições, neste estudo, é em média de 13 anos esse intervalo, portanto, presume-se coeficientes discretos (DELVAUX et al., 2001; MAIA et al., 1998), finalmente, pequenas mudanças impactam a resistência dos ossos e adiam a fragilização proveniente da osteoporose (HERNANDEZ; BEAUPRÉ; CARTER, 2003).

Um estudo relacionando indicadores da aptidão física na infância com ISO na idade adulta corrobora parcialmente com nossos resultados (FOLEY et al., 2008), apesar da comparação com nosso estudo não ser direta, por utilizar o método de ultrassonometria de calcâneo para obtenção de variáveis de resistência óssea. Os autores analisaram as relações estratificando por sexo, ajustando por idade e escore z do IMC na infância em um primeiro modelo e encontraram para o sexo feminino

uma relação positiva e significativa entre o salto em distância parado e os indicadores de saúde óssea (índice de ultrassonografia quantitativa:  $\beta=0,11$ ;  $IC=0,02-0,21$  e velocidade do som:  $\beta=0,14$ ;  $IC=0,05-0,23$ ). Quando em um segundo modelo incluíram no ajuste o desempenho no salto em distância parado na idade adulta, a relação deixou de ser significativa.

Estudos longitudinais relacionando ISO obtidos por DXA na idade adulta com IAM na juventude são localizados para o período da adolescência (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006; DELVAUX et al., 2001; KEMPER et al., 2000; FAULKNER et al., 2001). Os estudos são heterogêneos quanto às regiões de interesse mensuradas por DXA e quanto aos métodos empregados como IAM, mas de maneira geral, apontam relações estatisticamente significantes, positivas, de baixa a moderada magnitude. Os coeficientes de correlação variam de 0,16 para bateria neuromotora e DMO lombar (KEMPER et al., 2000) a 0,51 para escore de aptidão física (somatório de potência aeróbia, força/resistência muscular e composição corporal) no sexo feminino na adolescência e DMO adulto (FAULKNER et al., 2001). Adicionalmente, coeficientes de explicação aos modelos foram de 2%, como no *bent arm hang* aos 18 anos para DMO e conteúdo mineral ósseo total (DELVAUX et al., 2001), a 12%, como no *hanging leg-lift* aos 16 anos para DMO braços (BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006).

Ao considerar o fator sexo nas análises, alguns estudos estratificaram o grupo por sexo e relataram relações significantes estatisticamente apenas para o sexo feminino (FOLEY et al., 2008; FAULKNER et al., 2001). Há estudo que avaliou somente homens e somente mulheres e, em ambos os estudos, foram encontradas relações positivas significativas (DELVAUX et al., 2001; BARNEKOW-BERGKVIST et al., 2006). O presente estudo e o de Kemper et al. (2000) controlaram as análises de regressão com a variável sexo, e também obtiveram relações significativas entre IAM na juventude e ISO na idade adulta. Há uma necessidade de controlar a variável sexo nas análises que envolvam aptidão muscular e DMO, devido a aspectos hormonais, ao tamanho corporal (MANOLAGAS; ALMEIDA; JILKA, 2013) e à preferência por atividades físicas específicas inerentes ao sexo e que podem não atender a limiares que estimulem a osteogênese.

Nesta investigação, apenas o indicador da aptidão muscular SD não apresentou relação significativa estatisticamente com a DMO de nenhuma das regiões de interesse mensuradas. É possível localizar estudos que relatam

associação positiva entre indicadores de potência muscular e ISO (FOLEY et al., 2008; JANZ et al., 2015), estudo que relata associação negativa (TORRES-COSTOSO et al., 2015) e que também não encontra associação (JURIMAE; HURBO; JURIMAE, 2008). A massa corporal pode interferir no desempenho durante a execução do teste, entretanto o IMC foi controlado na relação deste indicador com a DMO. Dos testes aplicados, o SD é o que requer maior coordenação motora, portanto, a geração de força com velocidade dos membros inferiores pode ter sido afetada por baixa coordenação motora, variável que não pode ser controlada.

As relações encontradas para PMD com a DMO braços e do abdominal com a DMO L1-L4 podem ser compreendidas por meio da teoria mecanostática, via interação dos ossos com os músculos (FROST, 2003). A relação da PMD com a DMO do corpo total e do tronco pode ser explicada pela capacidade que o teste de prensão manual tem de representar o nível global de força de um indivíduo (WIND et al., 2010). Além disso, o estresse mecânico pode desencadear ajustes sistêmicos generalizados que podem explicar a interação do tecido ósseo com o muscular mesmo em locais anatomicamente distantes (HART et al., 2017).

No que diz respeito à análise de mediação, este estudo encontrou mediação da PMD na fase adulta nas relações entre PMD na infância com a DMO do corpo total, dos braços e do tronco; efeito direto do abdominal na infância na DMO da região L1-L4, e efeito total do abdominal na infância e do escore AM infância na DMO do tronco. Esta etapa do trabalho teve o propósito de verificar se a aptidão muscular na idade adulta era uma variável mediadora ou confundidora, com intuito de melhor compreender a relação entre a variável independente e a variável dependente, conforme sugerido por Baron e Kenny (1986).

Assim sendo, o pressuposto teórico de mediação do desempenho adulto na aptidão muscular na relação da aptidão muscular na infância com a DMO na idade adulta foi confirmado entre PMD e as regiões corpo total, braços e tronco. Este resultado permite interpretar que o desempenho em aptidão muscular na infância proporciona maior DMO na idade adulta quando se mantém bom desempenho em aptidão muscular na idade adulta, ou seja, a relação entre a variável independente e a dependente só existe na presença da variável mediadora. Desta maneira, estímulos que promovam melhor desempenho muscular precisam ser constantes para que os efeitos osteogênicos sejam mantidos.

Não foram localizados estudos com objetivo similar a esta proposta envolvendo análise de mediação. Os estudos que mais se assemelharam foram o de Torres-Costoso et al. (2015), que encontrou mediação total da massa magra na relação da aptidão muscular (preensão manual e salto em distância parado) na saúde óssea de escolares (8 a 11 anos), e o de Vicente-Rodriguez et al. (2008), que apontou efeito mediador da massa magra na relação entre aptidão física (bateria EUROFIT) e massa óssea entre adolescentes, ambos os estudos com delineamento transversal. Um outro estudo encontrou efeito mediador da massa muscular na relação entre atividade física na infância e adolescência e parâmetros ósseos na idade de 17 anos, ressaltando o importante papel da aptidão muscular nos ISO (ZYMBAL et al., 2019).

Foi observada uma relação direta do abdominal na infância com DMO da região L1-L4 e, vale mencionar que, embora mínimo, um efeito *dropout* pode influenciar na generalização desta informação, porque uma diferença significativa estatisticamente foi observada para o sexo masculino nesta variável no *baseline* ao comparar os que participaram e não participaram do *follow-up*. O desempenho adulto no abdominal e o escore AM adulto não mediram a relação dos equivalentes na infância com a DMO tronco no adulto. Os efeitos direto e total de IAM na infância na DMO na idade adulta salientam a importância do aprimoramento da aptidão muscular desde a infância.

Este estudo tem como potencial o delineamento longitudinal, capaz de inferir parcialmente a relação causal entre as variáveis analisadas. Estudos de acompanhamento podem apresentar efeito *dropout* e, nessa análise, apenas a variável abdominal para o sexo masculino apresentou diferenças significativas estatisticamente no *baseline* entre aqueles que participaram e não participaram no momento *follow-up*. Outro potencial foi a obtenção de variáveis ósseas e a aplicação de testes motores que analisassem diferentes regiões corporais, permitindo associações de especificidades anatômicas próximas e distantes. As limitações do estudo incluem o tamanho amostral, que inviabilizou a estratificação por sexo, porém, permitiu o controle deste nas análises; a aplicação de testes motores na identificação da aptidão muscular que sofre interferência de outras variáveis que não puderam ser controladas, obtenção da DMO apenas no momento adulto e falta de controle de outras variáveis de confusão, como ingestão de cálcio e vitamina D.

Estudos futuros devem investir na avaliação e no treinamento da aptidão muscular para promoção da saúde óssea em todas as fases do ciclo da vida, buscando dimensionar a dose resposta de quanto é necessário para obter vantagens e como proceder para manter os benefícios adquiridos.

## Conclusão

Conclui-se que certos IAM na infância apresentam relação positiva e significativa estatisticamente em magnitude baixa a moderada com DMO de diferentes regiões de interesse na idade adulta. No entanto, na maioria das variáveis investigadas, estas relações foram mediadas pelo desempenho adulto nos IAM. Contudo, também foi observado efeitos direto e total de IAM na infância em DMO de algumas regiões na idade adulta, ressaltando a importância de aprimorar a aptidão muscular desde a infância.

## Referências

AAHPERD. **Physical Best**. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. Reston, 1988.

ALGHADIR, A.H.; GABR, S.A.; RIZK, A.A. Physical fitness, adiposity, and diets as surrogate measures of bone health in schoolchildren: a biochemical and cross-sectional survey analysis. **Journal of Clinical Densitometry: Assessment & Management of Musculoskeletal Health**, Totowa, v. 21, n. 3, p. 1-14, Jul. 2018.

BARNEKOW-BERGKVIST, M.; HEDBERG, G.; PETTERSSON, U.; LORENTZON, R. Relationships between physical activity and physical capacity in adolescent females and bone mass in adulthood. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 16, n.6, p. 447-455, Dec. 2006.

BARON, R.M.; KENNY, D.A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. **Journal of Personality and Social Psychology**, Washington, v. 51, n. 6, p.1173-82, Dec. 1986.

BAXTER-JONES, A.D.; KONTULAINEN, S.A.; FAULKNER, R.A.; BAILEY, D.A. A longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual from adolescence to young adulthood. **Bone**, Elmsford, v. 43, n. 6, p. 1101-1107, Dec. 2008.

BIELEMANN, R.M.; DOMINGUES, M.R.; HORTA, B.L.; MENEZES, A.M.B.; GONÇALVES, H.; ASSUNÇÃO, C.F.; HALLAL, P.C. Physical activity throughout

adolescence and bone mineral density in early adulthood: the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. **Osteoporosis International**, London, v. 25, n. 8, p. 2007-15, Aug. 2014.

BONJOUR, J.; CHEVALLEY, T.; FERRARI, S.; RIZZOLI, R. The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. **Salud Pública de México**, México, v. 51, sup. 1, p. S5-S17, 2009.

BONJOUR, J.; CHEVALLEY, T.; FERRARI, S.; RIZZOLI, R. Peak bone mass and its regulation. In: Gloriex, F.; Pettifor, J.; Juppner, H., eds. **Pediatric Bone: biology and disease**. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego (CA): Academic Press, 2012, p. 120.

BONJOUR, J.; CHEVALLEY, T. Pubertal timing, bone acquisition, and risk of fracture throughout life. **Endocrine Reviews**, New York, v. 35, n. 5, p. 820-47, Oct. 2014.

DELVAUX, K.; LEFEVRE, J.; PHILIPPAERTS, R.; DEQUEKER, J.; THOMIS, M.; VANREUSEL et al. Bone mass and lifetime physical activity in Flemish males: a 27-year follow-up study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, n. 11, p. 1868-1875, Nov. 2001.

ERLANDSON, M.C.; RUNALLS, S.B.; JACKOWSKI, S.A.; FAULKNER, R.A.; BAXTER-JONES, A. Structural strength benefits observed at the hip of premenarcheal gymnasts are maintained into young adulthood 10 years after retirement from the sport. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 29, n. 4, p. 476-85, Nov. 2017.

FAULKNER, R.A.; MIRWALD, R.L.; BAXTER-JONES, A.; BAILEY, D.A. The relationship of physical fitness at adolescence to adult bone mineral density. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 16, p. S441, Sep. 2001.

FOLEY, S.; QUINN, S.; DWYER, T.; VENN, A.; JONES, G. Measures of Childhood Fitness and Body Mass Index are Associated With Bone Mass in Adulthood: A 20-Year Prospective Study. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 23, n. 7, p. 994-1001, Jul. 2008.

FROST, H.M. Bone's mechanostat: a 2003 update. **The Anatomical Record Part A**, Hoboken, v. 275, n. 2, p. 1081-1101, Dec. 2003.

GORDON, C.C.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Anthropometric standardizing reference manual. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. (Ed.). **Stature, recumbent length, and weight**. Champaign: Human Kinetics Books, p.3-8, 1988.

GORDON, C.M.; ZEMEL, B.S.; WREN, T.A.L.; LEONARD, M.B.; BACHRACH, L.K.; RAUCH, F.; GILSANZ, V.; ROSEN, C.J.; WINER, K.K. The determinants of peak bone mass. **The Journal of Pediatrics**, St. Louis, v. 180, p. 261-9, Jan. 2017.

GRACIA-MARCO, L.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; CASAJÚS, J.A.; MOLNAR, D.; CASTILLO, M.J.; MORENO, L.A. Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA study. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 111, n. 11, p. 2671-80, Nov. 2011.

HART, N.H.; NIMPHIUS, S.; RANTALAINEN, T.; IRELAND, A.; SIAFARIKAS, A.; NEWTON, R.U. Mechanical basis of bone strength: influence of bone material, bone structure and muscle action. **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions**, Kifissia, v. 17, n. 3, p. 114-139, Set. 2017.

HEANEY, R.P.; ABRAMS, S.; DAWSON-HUGHES, B.; LOOKER, A.; MARCUS, R.; MATKOVIC, V.; WEAVER, C. Peak Bone Mass. **Osteoporosis International**, London, v. 11, n. 12, p. 985-1009, Dec. 2000.

HERNANDEZ, C.J.; BEAUPRÉ, G.S.; CARTER, D.R. A theoretical analysis of the relative influences of peak BMD, age-related bone loss and menopause on the development of osteoporosis. **Osteoporosis International**, London, v. 14, n. 10, p. 843-7, Aug. 2003.

HUI, S.; SLEMENDA, C.; JOHNSTON, C. The Contribution of Bone Loss to Postmenopausal Osteoporosis. **Osteoporosis International**, London, v. 1, n. 1, p. 30-34, Out. 1990.

JANZ, K.F.; LETUCHY, E.M.; BURNS, T.L.; FRANCIS, S.L.; LEVY, S.M. Muscle power predicts adolescent bone strength: Iowa Bone Development Study. **Medicine and Science and Sports and Exercise**, Madison, v. 47, n. 10, p. 2201-6, Oct. 2015.

JURIMAE, T.; HURBO, T.; JURIMAE, J. Relationships between legs bone mineral density, anthropometry and jumping height in prepubertal children. **Coll. Antropol.**, Zagreb, v. 32, n. 1, p. 61-66, Mar. 2008.

KARLSSON, M.K.; LINDEN, C.; KARLSSON, C.; JOHNELL, O.; OBRANT, K.; SEEMAN, E. Exercise during growth and bone mineral density and fractures in old age. **The Lancet**, London, v. 355, n. 9202, p. 469-70, Feb. 2000.

KARLSSON, M.K.; ROSENGREN, B.E. Physical activity as a strategy to reduce the risk of osteoporosis and fragility fractures. **International Journal of Endocrinology & Metabolism**, Tehran, v. 10, n. 3, p. 527-36, Jun. 2012.

KEMPER, H.C.G.; TWISK, J.W.R.; VAN MECHELEN, W.; POST, G.B.; ROOS, J.C.; LIPS, P. A fifteen-year longitudinal study in young adults on the relation of physical activity and fitness with the development of the bone mass: The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. **Bone**, Elmsford, v. 27, n. 6, p. 847-853, Dec. 2000.

MAIA, J.A.R.; LEFEVRE, J.; BEUNEN, G.; CLAESSENS, A. A estabilidade da aptidão física. O problema, essência analítica, insuficiências e apresentação de uma proposta metodológica baseada em estudos de painel com variáveis latentes. **Movimento**, Porto Alegre, v. 5, n. 9, p. 58-79, 1998.

MANOLAGAS, S.C.; ALMEIDA, M.; JILKA, R.L. Gonadal steroids. In: ROSEN, C.J. et al. (Org.). **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 8ª ed. American Society for Bone and Mineral Research, 2013. p. 195-207.

NAUGHTON, G.; GREENE, D.; COURTEIX, D.; BAXTER-JONES, A. Resilient, responsive, and healthy developing bones: the good news about exercise and bone

in children and youth. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 29, n. 4, p. 437-9, Nov. 2017.

RAUCH, F.; BAILEY, D. A.; BAXTER-JONES, A.; MIRWALD, R.; FAULKNER, R. **Bone**, Elmsford, v; 34, n. 5, p. 771-775, May 2004.

SCERPELLA, T.A.; DOWTHWAITE, J.N.; ROSENBAUM, P.F. Sustained skeletal benefit from childhood mechanical loading. **Osteoporosis International**, London, v. 22, n. 7, p. 2205-2210, Jul. 2011.

SOARES, J.; SESSA, M. Medidas de força muscular. In: MATSUDO, V. K. R. (editor). **Testes em Ciências do Esporte**. São Caetano do Sul: Celafiscs - cd-rom, 2001.

TERVO, T.; NORDSTRÖM, P.; NEOVIUS, M.; NORDSTRÖM, A. Constant Adaptation of Bone to Current Physical Activity Level in Men: A 12-Year Longitudinal Study. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 93, n. 12, p. 4873-4879, Dec. 2008.

TORRES-COSTOSO, A.; GRACIA-MARCO, L.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, M.; GARCÍA-PRIETO, J.C.; GARCÍA-HERMOSO, A.; DÍEZ-FERNÁNDEZ, A.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Lean mass as a total mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: a mediation analysis. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 33, n. 8, p. 817-830, Nov. 2015.

VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; URZANQUI, A.; MESANA, M.I.; ORTEGA, F.B.; RUIZ, J.R.; EZQUERRA, J.; CASAJÚS, J.A.; BLAY, G.; BLAY, V.A.; GONZALEZ-GROSS, M.; MORENO, L.A.; AVENA-ZARAGOZA STUDY GROUP. Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association between lean mass and bone mass through adolescence: a cross-sectional study. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, Tokyo, v. 26, p. 288-294, May 2008.

WEAVER, C.; GORDON, C.; JANZ, K.; KALKWARF, H.; LAPPE, J.; LEWIS, R.; O'KARMA, M.; WALLACE, T.; ZEMEL, B. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. **Osteoporosis International**, London, v. 27, n. 4, p.1281-1386, Apr. 2016.

WIND, A.E.; TAKKEN, T.; HELDERS, P.J.M.; ENGELBERT, R.H.H. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? **European Journal of Pediatrics**, Berlin, v. 169, n.3, p. 281-7, Mar. 2010.

ZYMBAL, V.; BAPTISTA, F.; LETUCHY, E.M.; JANZ, K.F.; LEVY, S.M. Mediating effect of muscle on the relationship of physical activity and bone. **Medicine and Science and Sports and Exercise**, Madison, v. 51, n. 1, p. 202-10, Jan. 2019.

## CAPÍTULO 6

### 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese buscou avançar na análise do conhecimento quanto à relação entre IAM na infância e na adolescência e ISO na idade adulta, por meio da elaboração de um artigo de revisão sistemática da literatura e de dois artigos originais.

Mediante a busca sistematizada nas bases de dados foram localizados poucos estudos que poderiam responder à questão problema da revisão sistemática, apesar do rastreamento sem limites de datas. Atribui-se à escassez de estudos, as dificuldades relacionadas ao desenvolvimento de estudos longitudinais, como por exemplo, a manutenção dos participantes no decorrer dos anos, e os elevados custos nas técnicas de obtenção das variáveis de resistência óssea. Nos estudos localizados, observou-se diversidade na obtenção das informações e algumas limitações que não possibilitaram, até o momento, fundamentos para a elaboração de uma resposta síntese ao tema. Desta maneira, a relação entre indicadores da aptidão muscular na juventude e indicadores de saúde óssea na idade adulta necessita ser explorada, especialmente estudos que envolvam o período da infância.

Os artigos originais são produtos de um estudo descritivo observacional com delineamento longitudinal com intervalo de tempo de aproximadamente 14 anos. No primeiro artigo identificou-se diferentes tipos de trajetórias desenvolvimentais de IAM da infância à idade adulta. Como esperado para o período, em todos os IAM foi possível encontrar um aumento no desempenho, no entanto, os participantes foram agrupados em diferentes trajetórias desenvolvimentais de acordo com a magnitude do aumento, que se caracterizou basicamente em: discreto, gradual e consistente. Os participantes do sexo masculino agrupados na trajetória desenvolvimental de aumento consistente apresentaram maior valor de DMO comparados aos de trajetória gradual. Poucas moças apresentaram trajetória desenvolvimental de aumento consistente na aptidão muscular, apontando a importância de estimular o estrato feminino a aprimorar a força, resistência e potência muscular.

No segundo artigo original foi encontrado que certos IAM na infância apresentaram relação positiva em magnitude baixa a moderada com a DMO de diferentes regiões de interesse na idade adulta. Os respectivos IAM na idade adulta mediaram a maioria das relações encontradas, indicando a constante adaptação do

tecido ósseo aos estímulos mecânicos e a necessidade de manutenção de bom desempenho na conservação das adaptações favoráveis. Também se observou efeitos direto e total da aptidão muscular na infância com a DMO no adulto, reforçando a relevância da aptidão muscular na saúde óssea desde a infância.

Desta maneira, as hipóteses do estudo foram parcialmente confirmadas, visto que em mulheres o efeito não foi confirmado e que as associações entres os indicadores da aptidão muscular e de saúde óssea apareceram em certos indicadores. Como aplicações práticas, a tese mostra a importância de monitorizar a aptidão muscular, da infância à idade adulta, com intuito de identificar indivíduos que necessitem potencializar a aptidão muscular para promoção de saúde óssea. Aponta a necessidade de estimular, especialmente as moças, à prática de atividades físicas que aprimorem a aptidão muscular de maneira consistente. Indica que bom desempenho na aptidão muscular deve ser mantido na idade adulta para que benefícios na massa óssea obtidos a partir da aptidão muscular na infância sejam conservados.

Tais informações podem subsidiar ações de intervenções com objetivo de aperfeiçoar a aptidão muscular na busca de promover saúde óssea e prevenir doenças como a osteoporose, minimizando gastos públicos e proporcionando maior qualidade de vida às pessoas. Pode contribuir na disseminação de conhecimentos aos profissionais da área da saúde e aos pais ou responsáveis quanto a importância de cuidar da saúde dos ossos em todo o ciclo de vida, notoriamente desde a infância.

A tese avança ao fornecer informações detalhadas da contribuição da aptidão muscular da infância à idade adulta nos indicadores de saúde óssea e, somada aos poucos estudos que não envolvem atletas, demonstra a necessidade de manutenção de estímulos na idade adulta para conservação de benefícios oriundos da infância. Sugere-se que futuros estudos identifiquem valores normativos e/ou de critérios para a aptidão muscular relacionada à saúde óssea, esclareçam se a trajetória desenvolvimental de incremento consistente na aptidão muscular pode proporcionar vantagens às moças de maneira similar ao que acontece com os rapazes, determinem a dose resposta da atividade física e do exercício físico para a saúde óssea em cada fase do ciclo da vida, investiguem o sustento dos efeitos da aptidão muscular na juventude em indicadores de saúde óssea em idades avançadas.

## LISTA DE REFERÊNCIAS

AAHPERD. **Physical Best**. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. Reston, 1988.

AHA/ACSM. American college of sports medicine position stand and american heart association. Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, n. 6, p. 1009-1018, Jun. 1998.

ALGHADIR, A.H.; GABR, S.A.; RIZK, A.A. Physical fitness, adiposity, and diets as surrogate measures of bone health in schoolchildren: a biochemical and cross-sectional survey analysis. **Journal of Clinical Densitometry: Assessment & Management of Musculoskeletal Health**, Totowa, v. 21, n. 3, p. 1-14, Jul. 2018.

AYDIN, G.; ATALAR, E.; KELES, L.; TOSUN, A.; ZOG, G.; KELES, H.; ORKUN, S. Predictive value of grip strength for bone mineral density in males: site specific or systemic? **Rheumatology International**, Berlyn, v. 27, n. 2, p. 125-9, Dec. 2006.

BAILEY, C. A.; BROOKE-WAVELL, K. Association of body composition and muscle function with hip geometry and BMD in premenopausal women. **Annals of Human Biology**, London, v. 37, n. 4, p. 524-535, Jul/Aug. 2010.

BARNEKOW-BERGKVIST, M.; HEDBERG, G.; PETTERSSON, U.; LORENTZON, R. Relationships between physical activity and physical capacity in adolescent females and bone mass in adulthood. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 16, n.6, p. 447-455, Dec. 2006.

BARON, R.M.; KENNY, D.A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. **Journal of Personality and Social Psychology**, Washington, v. 51, n. 6, p.1173-82, Dec. 1986.

BASS, S.; PEARCE, G.; BRADNEY, M.; HENDRICH, E.; DELMAS, PIERRE D.; HARDING, A.; SEEMAN, E. Exercise Before Puberty May Confer Residual Benefits in Bone Density in Adulthood: Studies in Active Prepubertal and Retired Female Gymnasts. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 13, n. 3, p. 500-507, Mar. 1998.

BAXTER-JONES, A. D.G; FAULKNER, R. A.; FORWOOD, M. R.; MIRWALD, R. L.; BAILEY, D. A. Bone Mineral Accrual from 8 to 30 Years of Age: An Estimation of Peak Bone Mass. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 26, n. 8, p.1729-1739, Aug. 2011.

BAXTER-JONES, A.D.; KONTULAINEN, S.A.; FAULKNER, R.A.; BAILEY, D.A. A longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual from adolescence to young adulthood. **Bone**, Elmsford, v. 43, n. 6, p. 1101-1107, Dec. 2008.

BIANCO, A.C.; LAZARETTI-CASTRO, M. Fisiologia do metabolismo osteomineral. In: AIRES, M. (Org.). **Fisiologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 857-876.

BIELEMANN, R.M.; DOMINGUES, M.R.; HORTA, B.L.; MENEZES, A.M.B.; GONÇALVES, H.; ASSUNÇÃO, C.F.; HALLAL, P.C. Physical activity throughout adolescence and bone mineral density in early adulthood: the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. **Osteoporosis International**, London, v. 25, n. 8, p. 2007-15, Aug. 2014.

BIELEMANN, R.M.; MARTINEZ-MESA, J.; GIGANTE, D.P. Physical activity during life course and bone mass: a systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 14, n. 77, p. 2-16, Mar. 2013.

BONEWALD, L.F. Osteocytes. In: ROSEN, C.J. et al. (Org.). **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 8ª ed. American Society for Bone and Mineral Research, 2013. p. 34-41.

BONJOUR, J.; CHEVALLEY, T. Pubertal timing, bone acquisition, and risk of fracture throughout life. **Endocrine Reviews**, New York, v. 35, n. 5, p. 820-47, Oct. 2014.

BONJOUR, J.; CHEVALLEY, T.; FERRARI, S.; RIZZOLI, R. Peak bone mass and its regulation. In: Gloriex, F.; Pettifor, J.; Juppner, H., eds. **Pediatric Bone: biology and disease**. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego (CA): Academic Press, 2012, p. 120.

BONJOUR, J.; CHEVALLEY, T.; FERRARI, S.; RIZZOLI, R. The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. **Salud Pública de México**, México, v. 51, sup. 1, p. S5-S17, 2009.

BORGSTRÖM, F. et al. The International Costs and Utilities Related to Osteoporotic Fractures Study (ICUROS)-quality of life during the first 4 months after fracture. **Osteoporosis International**, London, v. 24, n. 3, p. 811-823, Mar. 2013.

BOSKEY, A.L.; ROBEY, P.G. The composition of bone. In: ROSEN, C.J. et al. (Org.). **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 8ª ed. American Society for Bone and Mineral Research, 2013. p. 49-58.

BOUCHARD, C., BLAIR, S.N., KATZMARZYK, P.T. Less sitting, more physical activity, or higher fitness? **Mayo Clinic Proceedings**, Rochester, v. 90, n. 11, p. 1533-1540, Nov. 2015.

BOUDIN, E.; FIJALKOWSKI, I.; HENDRICKX, G.; HUL, W.V. Genetic control of bone mass. **Molecular and Cellular Endocrinology**, Amsterdam, v. 432, n. 5, p. 3-13, Dec. 2016.

BRANDÃO, C.M.A.; CAMARGOS, B.M.; ZERBINI, C.A.; PLAPLER, P.G.; MENDONÇA, L.M.C.; ALBERGARIA, B.; PINHEIRO, M.M.; PRADO, M.; EIS, S.R. Posições oficiais 2008 da Sociedade Brasileira de Densitometria Clínica (SBDens). **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 53, n. 1, Fev. 2009.

CLARK, P.; CONS-MOLINA, F.; DELEZE, M.; RAGI, S.; HADDOCK, L.; ZANCHETTA, J.R.; JALLER, J.J.; PALERMO, L.; TALAVERA, J.O.; MESSINA, D.O.; MORALES-TORRES, J.; SALMERON, J.; NAVARRETE, A.; SUAREZ, E.; PÉREZ, C.M.; CUMMINGS, S.R. The prevalence of radiographic vertebral fractures in Latin American countries: the Latin American Vertebral Osteoporosis Study (LAVOS). **Osteoporosis International**, London, v. 20, n. 2, p. 275-282, Feb. 2009.

DALY, R. M.; STENEVI-LUNDGREN, S.; LINDEN, C.; KARLSSON, M.K. Muscle Determinants of Bone Mass, Geometry and Strength in Prepubertal Girls. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 40, n. 6, p. 1135–1141, Jun. 2008.

DELVAUX, K.; LEFEVRE, J.; PHILIPPAERTS, R.; DEQUEKER, J.; THOMIS, M.; VANREUSEL et al. Bone mass and lifetime physical activity in Flemish males: a 27-year follow-up study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, n. 11, p. 1868-1875, Nov. 2001.

DUCKHAM, R.L.; BAXTER-JONES, A.D.; JOHNSTON, J.D.; VATANPARAST, H.; COOPER, D.; KONTULAINEN, S. Does physical activity in adolescence have site-specific and sex-specific benefits on young adult bone size, content, and estimated strength? **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 29, n. 2, p. 479-88, Feb. 2014.

ERLANDSON, M.C.; RUNALLS, S.B.; JACKOWSKI, S.A.; FAULKNER, R.A.; BAXTER-JONES, A. Structural strength benefits observed at the hip of premenarcheal gymnasts are maintained into young adulthood 10 years after retirement from the sport. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 29, n. 4, p. 476-85, Nov. 2017.

EVANS, W.J. Skeletal muscle effects on the skeleton. In: ROSEN, C.J. et al. (Org.). **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 8ª ed. American Society for Bone and Mineral Research, 2013. p. 978-985.

FAULKNER, R.A.; MIRWALD, R.L.; BAXTER-JONES, A.; BAILEY, D.A. The relationship of physical fitness at adolescence to adult bone mineral density. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 16, p. S441, Sep. 2001.

FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando SPSS**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOLEY, S.; QUINN, S.; DWYER, T.; VENN, A.; JONES, G. Measures of Childhood Fitness and Body Mass Index are Associated With Bone Mass in Adulthood: A 20-Year Prospective Study. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 23, n. 7, p. 994-1001, Jul. 2008.

FORERO-BOGOTÁ, M. A.; OJEDA-PARDO, M.L.; GARCÍA-HERMOSO, A.; CORREA-BAUTISTA, J.E.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E.; SCHMIDT-RÍOVALLE et al. Body Composition, Nutritional Profile and Muscular Fitness Affect Bone Health in a Sample of Schoolchildren from Colombia: The Fuprecol Study. **Nutrients**, Basel, v. 9, n. 2, p. 2-16, Feb. 2017.

FORTIER, M.D.; KATZMARZYK, P.T.; MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. Seven-year stability of physical activity and musculoskeletal fitness in the Canadian population. **Medicine and Science and Sports and Exercise**, Madison, v. 33, n. 11, p. 1905-11, Nov. 2001.

FORWOOD, M.R. Growing a healthy skeleton: the importance of mechanical loading. In: ROSEN, C.J. et al. (Org.). **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 8<sup>a</sup> ed. American Society for Bone and Mineral Research, 2013. p. 149-155.

FRASER, B.J.; SCHMIDT, M.D.; HUYNH, Q.L.; DWYER, T.; VENN, A.J.; MAGNUSSEN, C.G. Tracking of muscular strength and power from youth to young adulthood: longitudinal findings from the childhood determinants of adult health study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 20, n.10, p. 927-931, Out. 2017.

FROST, H.M. Bone's mechanostat: a 2003 update. **The Anatomical Record Part A**, Hoboken, v. 275, n. 2, p. 1081-1101, Dec. 2003.

GARCIA, R.; LEME, M.D.; GARCEZ-LEME, L.E. Evolution of Brazilian Elderly with hip fracture secondary to a fall. **Clinics**, São Paulo, v. 61, n. 6, p. 539-544, Dec. 2006.

GILSANZ, V. et al. Age at onset of puberty predicts bone mass in Young adulthood. **The Journal of Pediatrics**, St. Louis, v. 158, n. 1, p. 100-105, Jan. 2011.

GORDON, C.C.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Anthropometric standardizing reference manual. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. (Ed.). **Stature, recumbent length, and weight**. Champaign: Human Kinetics Books, p.3-8, 1988.

GORDON, C.M.; ZEMEL, B.S.; WREN, T.A.L.; LEONARD, M.B.; BACHRACH, L.K.; RAUCH, F.; GILSANZ, V.; ROSEN, C.J.; WINER, K.K. The determinants of peak bone mass. **The Journal of Pediatrics**, St. Louis, v. 180, p. 261-9, Jan. 2017.

GRACIA-MARCO, L.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; CASAJÚS, J.A.; MOLNAR, D.; CASTILLO, M.J.; MORENO, L.A. Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA study. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 111, n. 11, p. 2671-80, Nov. 2011.

GUNTER, K.B.; ALMSTEDT, H.C.; JANZ, K.F. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. **Exercise Sport Science Review**, New York, v. 40, n. 1, p. 13-21, Jan. 2012.

HANSEN, M.A.; OVERGAARD, K.; RIIS, B.J.; CHRISTIANSEN, C. Role of peak bone mass and bone loss in postmenopausal osteoporosis: 12 year study. **British Medical Journal**, London, v. 303, n. 6808, p. 961-964, Oct. 1991.

HART, N.H.; NIMPHIUS, S.; RANTALAINEN, T.; IRELAND, A.; SIAFARIKAS, A.; NEWTON, R.U. Mechanical basis of bone strength: influence of bone material, bone structure and muscle action. **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions**, Kifissia, v. 17, n. 3, p. 114-139, Set. 2017.

HEANEY, R.P.; ABRAMS, S.; DAWSON-HUGHES, B.; LOOKER, A.; MARCUS, R.; MATKOVIC, V.; WEAVER, C. Peak Bone Mass. **Osteoporosis International**, London, v. 11, n. 12, p. 985-1009, 2000.

HERNANDEZ, C.J.; BEAUPRÉ, G.S.; CARTER, D.R. A theoretical analysis of the relative influences of peak BMD, age-related bone loss and menopause on the development of osteoporosis. **Osteoporosis International**, London, v. 14, n. 10, p. 843-7, Aug. 2003.

HERNLUND, E.; SVEDBOM, A.; IVERGÅRD, M.; COMPSTON, J.; COOPER, C.; STENMARK, J.; MCCLOSKEY, E.; JÖNSSON, B.; KANIS, J. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. **Archives of Osteoporosis**, London, v. 8, n. 1, p. 1-115, Dec. 2013.

HUI, S.; SLEMENDA, C.; JOHNSTON, C. The Contribution of Bone Loss to Postmenopausal Osteoporosis. **Osteoporosis International**, London, v. 1, n. 1, p. 30-34, Out. 1990.

IAEA. **Dual energy X ray absorptiometry for bone mineral density and body composition assessment**. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010.

IOF (INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION). **The Latin America Regional Audit: Epidemiology, costs & burden of osteoporosis in 2012**. Nyon, Switzerland, 2012.

JAHAN, F. Osteoporosis: a silente killer. **Journal Women's Health Care**, v. 4, n. 5, p. 1-2, 2015.

JANZ, K.F.; GILMORE, J.M.; BURNS, T.L.; LEVY, S.M.; TORNER, J.C.; WILLING, M.C.; MARSHALL, T.A. Physical activity augments bone mineral accrual in Young children: the IOWA bone development study. **The Journal of Pediatrics**, St. Louis, v. 148, n. 6, p. 793-799, Jun. 2006.

JANZ, K.F.; LETUCHY, E.M.; BURNS, T.L.; GILMORE, J.M.E.; TORNER, J.C.; LEVY, S.M. Objectively measured physical activity trajectories predict adolescent bone strength: Iowa Bone Development Study. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 48, n. 13, p. 1032-36, Jul. 2014.

JANZ, K.F.; LETUCHY, E.M.; BURNS, T.L.; FRANCIS, S.L.; LEVY, S.M. Muscle power predicts adolescent bone strength: Iowa Bone Development Study. **Medicine and Science and Sports and Exercise**, Madison, v. 47, n. 10, p. 2201-6, Oct. 2015.

JANZ, K.F.; THOMAS, D.Q.; FORD, M.A.; WILLIAMS, S.M. Top 10 Research Questions Related to Physical Activity and Bone Health in Children and Adolescents. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v. 86, n. 1, p. 5-12, Mar. 2015.

JANZ, K.F.; FRANCIS, S.L. Childhood physical activity may or may not provide sustained effects to protect adults from osteoporosis. **Kinesiology Review**, v. 4, n. 1, p. 63-70, Feb. 2015.

JONES, B.L.; NAGIN, D.S. **A Stata plugin for estimating group-based trajectory models**. 2012. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/fc51/d4ff61909fa893edbf6ee5da32ac48fdc430.pdf>. Acessado em: 15/05/18.

JURIMAE, T.; HURBO, T.; JURIMAE, J. Relationships between legs bone mineral density, anthropometry and jumping height in prepubertal children. **Coll. Antropol.**, Zagreb, v. 32, n. 1, p. 61-66, Mar. 2008.

KANIS, J.A.; ODEN, A.; JOHNELL, O.; LAET, C. D.; JONSSON, B.; OGLESBY, A.K. The components of excess mortality after hip fracture. **Bone**, Elmsford, v. 32, n. 5, p. 468-473, May 2003.

KANNUS, P.; HAAPASALO, H.; SANKALO, M.; SIEVÄNEN, H.; PASANEN, M.; HEINONEN, A.; OJA, P.; VUORI, I. Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 123, n. 1, p. 27-31, Jul. 1995.

KARLSSON, M.K.; LINDEN, C.; KARLSSON, C.; JOHNELL, O.; OBRANT, K.; SEEMAN, E. Exercise during growth and bone mineral density and fractures in old age. **The Lancet**, London, v. 355, n. 9202, p. 469-70, Feb. 2000.

KARLSSON, M.K.; ROSENGREN, B.E. Physical activity as a strategy to reduce the risk of osteoporosis and fragility fractures. **International Journal of Endocrinology & Metabolism**, Tehran, v. 10, n. 3, p. 527-36, Jun. 2012.

KEMPER, H.C.G.; TWISK, J.W.R.; VAN MECHELEN, W.; POST, G.B.; ROOS, J.C.; LIPS, P. A fifteen-year longitudinal study in young adults on the relation of physical activity and fitness with the development of the bone mass: The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. **Bone**, Elmsford, v. 27, n. 6, p. 847-853, Dec. 2000.

KIM, K.M.; LIM, S.; O.H, T.J., MOON, J.H., CHOI, S.H.; LIM, J.Y., KIM, K.W., PARK, K.S.; JANG, H.C. Longitudinal changes in muscle mass and strength, and bone mass in older adults: gender-specific associations between muscle and bone losses. **J. Gerontol A Biol Sci Med**, Washington, v. 73, n. 8, p. 1062-9, Jul. 2018.

LIBERATI, A.; ALTMAN, D.G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GØTZSCHE, P.C.; IOANNIDIS, J.P. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 151, n. 4, p. W65-94, Aug. 2009.

LLOYD, R. et al. Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 48, n. 7, p. 498-505, Apr. 2014.

LORENTZON, M.; CUMMINGS, S.R. Osteoporosis: the evolution of a diagnosis (Key Symposium). **Journal of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 277, n.6, p. 650-661, Jun. 2015.

MACKELVIE, K.J.; KHAN, K.M.; MCKAY, H.A. Is there a critical period for bone response to weightbearing exercise in children and adolescents? a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 36, n. 4, p. 250-257, Aug. 2002.

MAIA, J.A.R.; LEFEVRE, J.; BEUNEN, G.; CLAESSENS, A. A estabilidade da aptidão física. O problema, essência analítica, insuficiências e apresentação de uma proposta metodológica baseada em estudos de painel com variáveis latentes. **Movimento**, Porto Alegre, v. 5, n. 9, p. 58-79, 1998.

MAIA, J.A.R.; SILVA, R.G.; SEABRA, A.; LOPES, V.P. A importância do estudo do tracking (estabilidade e previsão) em delineamentos longitudinais: um estudo aplicado à epidemiologia da atividade física e à performance desportivo-motora. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 2, n. 4, p. 41-56, 2002.

MALINA, R. Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. **American Journal of Human Biology**, New York, v. 13, n.2, p. 162-72, Mar. 2001.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2 ed. São Paulo: Phorte, 2009.

MANOLAGAS, S.C.; ALMEIDA, M.; JILKA, R.L. Gonadal steroids. In: ROSEN, C.J. et al. (Org.). **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 8ª ed. American Society for Bone and Mineral Research, 2013. p. 195-207.

MARÍN, F.; GONZÁLEZ-MACÍAS, J.; DÍEZ-PÉREZ, A.; PALMA, S.; DELGADO-RODRÍGUEZ, M. Relationship between bone quantitative ultrasound and fractures: a meta-analysis. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 21, n. 7, p. 1126-1135, jul. 2006.

NAUGHTON, G.; GREENE, D.; COURTEIX, D.; BAXTER-JONES, A. Resilient, responsive, and healthy developing bones: the good news about exercise and bone in children and youth. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 29, n. 4, p. 437-9, Nov. 2017.

NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. **Jama**, Chicago, v. 285, n. 6, p. 785-795, Feb. 2001.

NORRIS, S.A.; MICKLESFIELD, L.K.; PETTIFOR, J.M. Ethnic differences in bone acquisition. In: ROSEN, C.J. et al. (Org.). **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 8<sup>a</sup> ed. American Society for Bone and Mineral Research, 2013. p. 135-141.

NYLUND, K.L.; ASPAROUHOV, T.; MUTHÉN, B.O. Deciding on the number of classes in latent class analysis and growth mixture modelling: a Monte Carlo simulation study. **Structural Equation Modeling**, Philadelphia, v. 14, n. 4, p. 535-569, Dec. 2007.

ODÉN, A.; MCCLOSKEY, E.V.; KANIS, J.A.; HARVEY, N.C.; JOHANSSON, H. Burden of high fracture probability worldwide: secular increases 2010-2040. **Osteoporosis International**, London, v. 26, n. 9, p. 2243-2248, Sep. 2015.

ORTEGA et al. Physical fitness level among European adolescents: the HELENA study. **British Journal Sports Medicine**, Loughborough, v. 45, n. 1, p. 20-29, Jan. 2010.

ORTEGA, F.B.; RUIZ, J.R.; CASTILLO, M.J.; SJOSTROM, M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. **International Journal of Obesity**, London, v. 32, p. 1-11, Jan. 2008.

OZCIVICI, E.; LUU, Y.K.; ADLER, B.; QIN, Y.X.; RUBIN, J.; JUDEX, S.; RUBIN, C.T. Mechanical signs as anabolic agents in bone. **Nature Reviews Rheumatology**, New York, v. 6, n. 1, p. 50-59, Jan. 2010.

PETERSON, M.D.; KRISHNAN, C. Growth charts for muscular strength capacity with quantile regression. **American Journal of Preventive Medicine**, Netherlands, v. 49, n. 6, p. 935-8, Dec. 2015.

RAUCH, F.; BAILEY, D. A.; BAXTER-JONES, A.; MIRWALD, R.; FAULKNER, R. **Bone**, Elmsford, v; 34, n. 5, p. 771-775, May 2004.

REID, I.R. Overview of pathogenesis. In: ROSEN, C.J. et al. (Org.). **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism**. 8<sup>a</sup> ed. American Society for Bone and Mineral Research, 2013. p. 357-359.

ROBLING, A.G. Is bone's response to mechanical signals dominated by muscle forces? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 41, n. 11, p. 2044-2049, Nov. 2009.

RONQUE, E.R.V. **Tracking dos indicadores da aptidão física relacionada à saúde em escolares**. 2008. 173 f. Tese de Doutorado. (Doutorado em Ciência do Desporto) Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SAINT-MAURICE, P.F.; LAURSON, K.; WELK, G.J.; EISENMANN, J.; GRACIA-MARCO, L.; ARTERO, E.G.; ORTEGA, F.; RUIZ, J.; MORENO, L.A.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; JANZ, K.F. Grip strength cutpoints for youth based on a clinically relevant bone health outcome. **Archives of Osteoporosis**, London, v. 13, n. 1, p. 1-9, Aug. 2018.

SANTOS, R.; MOTA, J.; SANTOS, D.A.; SILVA, A.M.; BAPTISTA, F.; SARDINHA, L.B. Physical fitness percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10-18 years. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 32, n. 16, p. 1510-18, May 2014.

SCERPELLA, T.A.; DOWTHWAITE, J.N.; ROSENBAUM, P.F. Sustained skeletal benefit from childhood mechanical loading. **Osteoporosis International**, London, v. 22, n. 7, p. 2205-2210, Jul. 2011.

SCHEIBEL, P.C.; MATHEUS, P.D.; ALBINO, C.C.; RAMOS, A.L. Correlação entre a densidade óssea mandibular, femural, lombar e cervical. **Revista Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v. 14, n. 4, p. 111-122, Jul/Ago. 2009.

SMITH, J.J.; EATHER, N.; MORGAN, P.J.; PLOTNIKOFF, R.C.; FAIGENBAUM, A.D.; LUBANS, D.R. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 44, n. 9, p. 1209-1223, Sep. 2014.

SOARES, J.; SESSA, M. Medidas de força muscular. In: MATSUDO, V. K. R. (editor). **Testes em Ciências do Esporte**. São Caetano do Sul: Celafiscs - cd-rom, 2001.

STEVENS, J. **Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences**. 3 ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1996.

TAN, V. P. S.; MACDONALD, H. M.; KIM, S.; NETTLEFOLD, L.; GABEL, L.; ASHE, M. C.; MCKAY, H. A. Influence of Physical Activity on Bone Strength in Children and Adolescents: A Systematic Review and Narrative Synthesis. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 29, n. 10, p. 2161-2181, Oct. 2014.

TERVO, T.; NORDSTRÖM, P.; NEOVIUS, M.; NORDSTRÖM, A. Constant Adaptation of Bone to Current Physical Activity Level in Men: A 12-Year Longitudinal Study. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 93, n. 12, p. 4873-4879, Dec. 2008.

TORRES-COSTOSO, A.; GRACIA-MARCO, L.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, M.; GARCÍA-PRIETO, J.C.; GARCÍA-HERMOSO, A.; DÍEZ-FERNÁNDEZ, A.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Lean mass as a total mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: a mediation analysis. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 33, n. 8, p. 817-830, Nov. 2015.

TRUDEAU, F.; SHEPHARD, R.J.; ARSENAULT, F.; LAURENCELLE, L. Tracking of physical fitness from childhood to adulthood. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 28, n. 2, p. 257-271, Apr. 2003.

VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; URZANQUI, A.; MESANA, M.I.; ORTEGA, F.B.; RUIZ, J.R.; EZQUERRA, J.; CASAJÚS, J.A.; BLAY, G.; BLAY, V.A.; GONZALEZ-GROSS, M.; MORENO, L.A.; AVENA-ZARAGOZA STUDY GROUP. Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association between lean mass and bone mass through adolescence: a cross-sectional study. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, Tokyo, v. 26, p. 288-294, May 2008.

VLACHOPOULOS, D.; UBAGO-GUISADO, E.; BARKER, A.R.; METCALF, B.S.; FATOUROS, I.G.; AVLONITI, A.; KNAPP, K.M.; MORENO, L.A.; WILLIAMS, C.A.; GRACIA-MARCO, L. Determinants of bone outcomes in adolescent athletes at baseline: the Pro-Bone Study. **Medicine and Science and Sports and Exercise**, Madison, v. 49, n. 7, p. 1389-1396, Jul. 2017.

VON ELM, E.; ALTMAN, D. G.; EGGER, M.; POCOCK, S. J.; GØTZSCHE, P. C.; VANDENBROUCKE, J. P. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **Preventive Medicine**, Baltimore, v. 45, n. 4, p. 247-251, Oct. 2007.

WANG, Q.; CHENG, S.; ALÉN, M.; SEEMAN, E.; FINNISH CALEX STUDY GROUP. Bone's Structural Diversity in Adult Females Is Established before Puberty. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 94, n. 5, p. 1555-1561, May 2009.

WEAVER, C.; GORDON, C.; JANZ, K.; KALKWARF, H.; LAPPE, J.; LEWIS, R.; O'KARMA, M.; WALLACE, T.; ZEMEL, B. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. **Osteoporosis International**, London, v. 27, n. 4, p.1281-1386, Apr. 2016.

WEEDA, J.; HORAN, S.; BECK, B.; WEEKS, B.K. Lifetime Physical Activity, Neuromuscular Performance and Body Composition in Healthy Young Men. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 35, n. 11, p. 900-905, Oct. 2014.

WIND, A.E.; TAKKEN, T.; HELDERS, P.J.M.; ENGELBERT, R.H.H. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? **European Journal of Pediatrics**, Berlin, v. 169, n.3, p. 281-7, Mar. 2010.

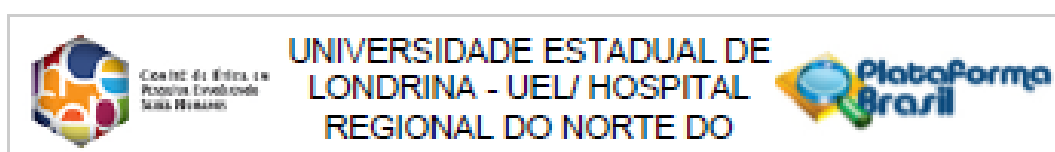
XU, L.; NICHOLSON, P.; WANG, Q.; ALÉN, M.; CHENG, S. Bone and Muscle Development During Puberty in Girls: A Seven-Year Longitudinal Study. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 24, n. 10, p. 1693-1698, Oct. 2009.

ZERBINI, C.A.; SZEJNFELD, V.L.; ABERGARIA, B.H.; MCCLOSKEY, E.V.; JOHANSSON, H.; KANIS, J.A. Incidence of hip fracture in Brazil and the development of a FRAX model. **Archives of Osteoporosis**, London, v. 10, n. 224, p. 1 a 7, Aug. 2015.

ZYMBAL, V.; BAPTISTA, F.; LETUCHY, E.M.; JANZ, K.F.; LEVY, S.M. Mediating effect of muscle on the relationship of physical activity and bone. **Medicine and Science and Sports and Exercise**, Madison, v. 51, n. 1, p. 202-10, Jan. 2019.

**ANEXOS**

## ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos: um estudo longitudinal de 15 anos.

**Pesquisador:** Enio Ricardo Vaz Ronque

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 50561215.4.0000.5231

**Instituição Proponente:** CEFE - Departamento de Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.340.735

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de resposta a pendências. O projeto em questão refere-se à segunda fase do estudo que iniciou no período de 2002 a 2005. Serão recrutados cerca de 280 adultos jovens, na faixa etária entre 21 e 25 anos, de ambos os sexos. Medidas antropométricas de massa corporal, estatura, espessuras de dobras cutâneas e circunferência de cintura serão obtidas e o índice de massa corporal (IMC) e a gordura corporal relativa serão calculados. Uma bateria de testes motores será aplicada: teste de sentar e alcançar; teste de resistência/força abdominal; teste de salto horizontal; teste de preensão manual; teste de corrida/caminhada de 12 minutos; e testes laboratoriais com dinamômetro isocinético para força muscular e avaliação direta do consumo máximo de oxigênio em esteira. Análises bioquímicas serão obtidas pelas taxas de lipidograma, glicemia de jejum, enzimas inflamatórias e parâmetros do estresse oxidativo. A pressão arterial será avaliada com aparelho digital e a densidade mineral óssea será obtida pelo DEXA. Ademais, variáveis comportamentais serão obtidas, sendo que o nível de atividade física e o comportamento sedentário serão pelo método de acelerometria e a prática de esportes, hábitos alimentares, consumo de bebidas alcoólicas, tabaco e drogas ilícitas, horas de sono/saúde e informações sociodemográficas serão levantadas por meio de questionários.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-5465

Município: LONDRINA

CEP: 85.057-070

E-mail: cep200@uel.br



Centro de Estudos em  
Pesquisa em Educação  
e Saúde

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL/ HOSPITAL  
REGIONAL DO NORTE DO



Continuação do Parecer: 1.340.735

#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivo Primário:

Analisar a associação entre os indicadores da aptidão física e a prática esportiva no período da infância e adolescência com fatores de risco biológicos e comportamentais na idade adulta.

##### Objetivo Secundário:

- Verificar o tracking dos indicadores da aptidão física e do estado nutricional entre a infância e adolescência com a idade adulta;
- Analisar a associação entre prática esportiva na infância e adolescência com atividade física e comportamento sedentário na idade adulta;
- Identificar os preditores do período da infância e adolescência e atuais dos fatores de risco biológicos (parâmetros metabólicos e inflamatórios, densidade mineral óssea, aptidão física, adiposidade) em adultos/jovens;
- Identificar os preditores do período da infância e adolescência e atuais dos fatores de risco comportamentais (atividade física, comportamento sedentário) em adultos/jovens;
- Analisar a relação entre aptidão física e adiposidade corporal na infância e adolescência com parâmetros metabólicos e inflamatórios na idade adulta.
- Comparar o perfil dos biomarcadores inflamatórios e do estresse oxidativo em adultos/jovens de acordo com a aptidão física e prática esportiva na infância e adolescência.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

##### Riscos:

Os possíveis riscos estão associados a possíveis desconfortos durante a coleta sanguínea, bem como a possibilidade de cansaço físico durante os testes motores a serem realizados. No entanto, vale ressaltar que a coleta sanguínea será realizada por uma enfermeira seguindo procedimentos padronizados visando à segurança e integridade dos avaliados. Caso ocorra alguma intercorrência durante os testes físicos será solicitado o serviço de emergência para o atendimento do participante, se necessário.

##### Benefícios:

A presente investigação proporcionará o diagnóstico precoce de desfechos em saúde bem como permitirá identificar fatores a eles associados. Assim, acredita-se que as informações produzidas poderão, potencialmente, gerar estratégias de redução dos fatores de risco e de enfermidades a partir de ações preventivas reduzindo assim, custos nos sistemas de saúde.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de pesquisa relevante.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-8455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep258@uel.br



Conselho de Ética em  
Pesquisa Envolvendo  
Serres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL/ HOSPITAL  
REGIONAL DO NORTE DO



Continuação do Parecer: 1.340.735

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

Todos os termos estão adequados.

**Recomendações:**

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

Não há.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Prezado (a) Pesquisador (a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade imprimi-lo para apresentação aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_615840.pdf	25/11/2015 10:53:52		Aceito
Outros	Termo_Concessao_PG_EnioRonque.pdf	25/11/2015 10:53:06	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_concordancia_AnaliseClinica_CE P_2015.pdf	25/11/2015 10:51:01	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_concordancia_GEPAFE_CEP_2 015.pdf	25/11/2015 10:49:54	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
Outros	Carta_resposta_parecer_CEP_Tracking _2015.pdf	25/11/2015 10:49:10	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoTracking_corrigido_CEP_EnioRon que_2015.pdf	25/11/2015 10:48:22	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido_Tracking_2015.pdf	25/11/2015 10:47:26	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto_Assinaturas.pdf	27/10/2015 16:18:28	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
Outros	Termo_Confidencialidade_Sigilo.pdf	26/10/2015 17:09:27	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório /	Declaracao_MaterialBiologico.pdf	26/10/2015 17:07:15	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário



UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3271-5465

CEP: 86.067-970

E-mail: cep200@uel.br

	Centro de Biotecnologia e Biosciências UEL Maracá	<b>UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL/ HOSPITAL REGIONAL DO NORTE DO</b>	
---	---	---	---

Continuação do Parecer: 1.340.735

Elobanco	Declaracao_MaterialBiologico.pdf	26/10/2015 17:07:15	Enio Ricardo Vaz Ronque	Aceito
----------	----------------------------------	------------------------	----------------------------	--------

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 27 de Novembro de 2015

---

Assinado por:  
**Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli**  
(Coordenador)

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 86.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep258@uel.br

## ANEXO B – Instrumento de estratificação de risco.



**GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA  
EM ATIVIDADE FÍSICA E EXERCÍCIO**



**Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência  
e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos:  
um estudo longitudinal de 15 anos**



### ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO

Avalie seu estado de saúde marcando "X" para todas as sentenças que se traduzem na absoluta verdade:

#### Histórico – você já teve/fez

- um ataque cardíaco
- cirurgia cardíaca
- cateterização cardíaca
- angioplastia coronária (ACTP)
- marcapasso/implante cardíaco/desfibrilador/arritmia
- doença da válvula cardíaca
- insuficiência cardíaca
- transplante cardíaco
- doença cardíaca congênita

#### Sintomas

- você sentiu desconforto no peito por esforço
- você sentiu falta de ar
- você sentiu tonturas ou desmaios
- você toma medicamentos para o coração

*Se você marcou algum destes itens (histórico, sintomas e outros problemas de saúde), consulte um médico antes de exercitar-se.*

#### Outros problemas de saúde

- você tem diabetes
- você tem asma ou outras doenças pulmonares
- você tem "queimação" ou sensação de câimbra nas suas pernas quando caminha distâncias curtas
- você tem problemas musculoesqueléticos que limitam sua atividade física
- você tem preocupações sobre segurança para o exercício
- você toma medicação prescrita
- você está grávida

#### Fatores de risco cardiovasculares

- você é homem com idade superior a 45 anos
- você é mulher com idade superior a 55 anos e tem histerectomia ou está na pós-menopausa
- você fumou ou parou de fumar nos últimos 6 meses
- sua pressão arterial é maior que 140/90 mmHg
- você não conhece sua medida de pressão arterial
- você toma medicação para pressão arterial
- seu nível de colesterol sanguíneo é superior a 200 mg/dL
- você não conhece seu nível de colesterol sanguíneo
- você tem um parente próximo que teve um ataque cardíaco ou fez cirurgia cardíaca antes dos 55 anos (pais ou irmãos) ou antes dos 65 (mãe ou irmãs)
- você é insuficientemente ativo (você faz menos que 30 minutos de atividade física por pelo menos 5 dias da semana)
- você tem sobrepeso (IMC >30,00 kg/m<sup>2</sup>)
- nenhuma das anteriores

*Se você marcou dois ou mais itens desta seção, consulte um médico antes de exercitar-se.*

*Você é capaz de exercitar-se com segurança sem a necessidade de consulta a um médico.*

Nome completo: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2016.

## APÊNDICES

APÊNDICE A  
Perfil criado em rede social

The image shows a screenshot of a Facebook profile for 'Gepafe Uel'. The browser address bar shows the URL: <https://www.facebook.com/profile.php?id=100011121574745>. The profile header features the 'Gepafe Uel' logo and the text: **GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA EM ATIVIDADE FÍSICA E EXERCÍCIO**. Below this, a red headline reads: **Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência e fatores de risco biológicos e ambientais em adultos: um estudo longitudinal de 15 anos**. A small photo of five people is visible on the left. Navigation tabs include 'Linha do Tempo', 'Sobre', 'Amigos 199', 'Fotos', and 'Mais'. The main content area shows a status update prompt: 'No que você está pensando?' with 'Amigos' and 'Publicar' buttons. A recent post from 'Gepafe Uel' is visible, dated '16 de fevereiro às 12:28', sharing the profile's own publication.

## APÊNDICE B

### Convite para envio dos dados

Olá >>>>>>>>, tudo bem?

Somos pesquisadoras do Grupo de Estudos e Pesquisa em Atividade Física e Exercício (GEPAFE/UEL), sob a coordenação do Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque. Por este nome você talvez não se lembre, é o Prof. Baiano do Colégio Mxxxxx. O motivo do contato é porque você participou das avaliações físicas realizadas nas aulas de Educação física no Mxxxxx e agora em 2016, o Prof. Enio dará continuidade ao projeto, por isso gostaríamos de contar com a sua colaboração. Dessa forma, solicitamos por gentileza seus contatos: e-mail, celular e telefone, para que assim, o Prof. Enio possa entrar em contato e fornecer maiores esclarecimentos sobre o projeto.

Enviamos uma solicitação de amizade por este perfil do facebook, que foi criado para o contato com os participantes do projeto que será desenvolvido pelo GEPAFE/UEL.

Obrigado e por favor divulgue o link do facebook para seus contatos do Mxxxxx.

Prof<sup>a</sup>. MS. Catiana Leila Possamai Romanzini (43-9xxx-xx93 - [clxxxxxxxxxxx@uel.br](mailto:clxxxxxxxxxxx@uel.br) )  
Prof<sup>a</sup>. MS. Cynthia Correa Lopes Barbosa (43-9xxx-xx21 – [cyxxxxxxxxxxx@utfpr.edu.br](mailto:cyxxxxxxxxxxx@utfpr.edu.br) )  
Prof<sup>a</sup>. MS. Gabriela Blasquez Shigaki (17-9xxx-xx13 – [gaxxxxxxxxxxxx@hotmail.com](mailto:gaxxxxxxxxxxxx@hotmail.com) )  
Prof<sup>a</sup>. MS. Mariana Biagi Batista (43-9xxx-xx35 – [mbxxxxxxxxxxx@yahoo.com.br](mailto:mbxxxxxxxxxxx@yahoo.com.br) )

Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque (43-9xxx-xx07 – [enxxxxxxxxxxx@uel.br](mailto:enxxxxxxxxxxx@uel.br) )  
Grupo de Estudo em Atividade Física e Exercício-GEPAFE/UEL  
[projxxxxxxxxxxx@gmail.com](mailto:projxxxxxxxxxxx@gmail.com)  
Departamento de Educação Física / Universidade Estadual de Londrina

## APÊNDICE C

### Contato para agendamento de encontro

Prezados alunos Mxxxxx,

Inicialmente gostaria de agradecer pelo retorno dos contatos enviados via perfil do Facebook. Gostaria de informá-los que minhas alunas de doutorado farão contato telefônico para esclarecer a sua colaboração em nosso projeto. Seguem os contatos das minhas alunas:

Profª. MS. Catiana Leila Possamai Romanzini (43-9xxxx-xx93 - [clxxxxxxxxxxx@uel.br](mailto:clxxxxxxxxxxx@uel.br) )

Profª. MS. Cynthia Correa Lopes Barbosa (43-9xxxx-xx21 – [cyxxxxxxxxxxx@utfpr.edu.br](mailto:cyxxxxxxxxxxx@utfpr.edu.br) )

Profª. MS. Gabriela Blasquez Shigaki (17-9xxxx-xx13 – [gaxxxxxxxxxxxx@hotmail.com](mailto:gaxxxxxxxxxxxx@hotmail.com) )

Profª. MS. Mariana Biagi Batista (43-9xxxx-xx35 – [mbxxxxxxxxxxxxxxxx@yahoo.com.br](mailto:mbxxxxxxxxxxxxxxxx@yahoo.com.br) )

É com grande expectativa que espero reencontrá-los.

Um abraço.

Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque (43-9xxx-xx07 – [enxxxxxxxxxxxxxxxx@uel.br](mailto:enxxxxxxxxxxxxxxxx@uel.br) )

Grupo de Estudo em Atividade Física e Exercício-GEPAFE/UEL

[projetxxxxxxxxxxxxxxxx@gmail.com](mailto:projetxxxxxxxxxxxxxxxx@gmail.com)

Departamento de Educação Física / Universidade Estadual de Londrina

## APÊNDICE D

### Script de ligação

**Identificação:**

Bom dia/Boa tarde/Boa noite, >>>>>>>>. Meu nome é >>>>>>>. Sou aluna do Prof. Enio Ricardo Vaz Ronque, que foi professor no Colégio Mxxxxx.

**Esclarecimento:**

Você nos enviou seus contatos de e-mail e celular via perfil do Facebook e nesta semana o Prof. Enio enviou um e-mail informando que faríamos o contato telefônico.

**Explicação:**

Como você deve ter compreendido por meio das mensagens trocadas via facebook, estamos engajadas em um projeto conjunto de doutoramento em Educação Física e para isso contamos com a sua colaboração no sentido de participar novamente de algumas coletas de dados muito próximas daquelas realizadas nas aulas de Educação Física, quando você estudou no Colégio Mxxxxx, em meados dos anos 2002 a 2006.

**Objetivo do contato:**

O objetivo do nosso contato é fazer o agendamento de um primeiro encontro para o esclarecimento dos procedimentos relacionados à sua participação em nosso projeto.

**Agendamento:**

Para isso, estamos dando a você a opção de escolha de um horário para vir até o nosso Laboratório (Sala 920) do Centro de Educação Física e Esporte (CEFE) na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Este encontro deve durar aproximadamente 1h a 1h30 onde gostaríamos de nos apresentar formalmente e explicar a sua participação no projeto. Caso não seja possível você vir até a UEL, nós podemos ir até você, em um local e horário da sua preferência. Você acredita que é possível vir até a UEL? (Em caso afirmativo, agendaremos um horário: Temos disponíveis os dias de Segunda, Terça e Sexta feira à tarde, em dois horários, um as 14h30 e outro às 16h ou então na Quarta feira pela manhã, também em dois horários, um as 8h30 outro às 10h).

**Confirmação do agendamento:**

Então está confirmado um encontro para o dia >>>>, >>>>-feira, às >>>> horas, na >>>>>>>>.

**Reforço para o encontro:**

Você possui Whatsapp neste mesmo número de celular que entramos em contato com você? Você gostaria que lembrássemos você deste encontro um dia antes do mesmo acontecer via mensagem de Whatsapp?

**Despedida:**

Você tem alguma dúvida neste momento, ou gostaria de perguntar alguma coisa? Agradecemos a sua atenção em nos atender. Tenha um bom dia. Confirmar o encontro: (Aguardamos você na UEL / Nos vemos no local, dia e horário combinado >>>>).

APÊNDICE E  
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa:

***“Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos: um estudo longitudinal de 15 anos”.***

Prezado (a) Senhor (a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa “Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos: um estudo longitudinal de 15 anos”. O objetivo da pesquisa é “Analisar a associação entre os indicadores da aptidão física e a prática esportiva no período da infância e adolescência com fatores de risco biológicos e comportamentais na idade adulta”. Sua participação é muito importante e gostaríamos de informar que todas as avaliações serão realizadas na Universidade Estadual de Londrina com a permissão/supervisão dos pesquisadores. A assinatura deste termo incluirá sua participação nas seguintes atividades: (1) Preenchimento de questionários sobre prática de Atividades Físicas, Hábitos Alimentares, Consumo de bebidas alcoólicas, tabaco e drogas ilícitas, Horas de sono, Informações Sociodemográficas e Comportamento Sedentário, sendo este último medido também no formato eletrônico, por meio de telefone móvel; (2) Medidas antropométricas de peso, estatura, circunferência de cintura, percentual de gordura corporal e Medida de Pressão Arterial; (3) Teste motores para determinação da aptidão física: Teste de sentar e alcançar; Teste de resistência/força abdominal; Teste de salto horizontal; Teste de prensão manual; Teste de corrida/caminhada de 12 minutos (COOPER); Teste laboratorial de força muscular no dinamômetro isocinético e avaliação direta do consumo máximo de oxigênio em teste progressivo e máximo em esteira; (4) Utilização de um sensor de movimento durante sete dias. (5) Análises sanguíneas para determinar as taxas de triglicerídeos, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL); lipoproteína de baixa densidade (LDL) e glicemia de jejum, marcadores inflamatórios e de estresse oxidativo. (6) Avaliação da densidade mineral óssea que será obtida pelo DXA. Todas as atividades serão supervisionadas por pesquisadores devidamente treinados participantes do projeto.

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. O participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer nenhum prejuízo. As informações serão utilizadas para fins dessa pesquisa e para pesquisas posteriores e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação do nome pessoal para preservar a identidade do participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, nenhuma quantia será paga aos participantes.

Ao final do estudo comprometemo-nos a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues aos participantes. Diversos benefícios são esperados com a conclusão dessa pesquisa, tais como detecção dos participantes que atendem as recomendações de atividade física moderada a vigorosa; se possuem tempo em comportamento sedentário acima do recomendado pelas Organizações de Saúde, se os hábitos alimentares e horas de sono/saúde estão de acordo com as recomendações e se há participantes com excesso de peso corporal, pressão arterial elevada ou valores inadequados das variáveis metabólicas (lipídios sanguíneos, glicemia de jejum, marcadores inflamatórios e de estresse oxidativo). Os riscos da pesquisa são mínimos e estão relacionados com cansaço excessivo no teste de corrida e resistência/força muscular em campo e no laboratório.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá contatar o Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque, no Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Londrina pelo telefone (43) 3371-4139 / (43) 9xxx-xxxx ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade

Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: [cep268@uel.br](mailto:cep268@uel.br).

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao (à) senhor(a).

Londrina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_.

**Pesquisador Responsável**

RG: \_\_\_\_\_

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (**nome por extenso do sujeito de pesquisa**), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**APÊNDICE F**  
**Questionário aplicado aos participantes**

<b>QUESTIONÁRIO</b>					
<b>Prezado(a) Participante:</b>					
Este questionário faz parte da pesquisa intitulada: "Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos: um estudo longitudinal de 15 anos". Leia com atenção todos os itens e responda-os COM sinceridade. <u>Em caso de dúvidas, pergunte ao pesquisador.</u> Os dados fornecidos por você serão mantidos em sigilo e serão utilizados somente para a realização desta pesquisa. Muito obrigado pela colaboração. Professor Responsável: Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque					
Data de hoje:     /     /			<b>Acelerômetro número:</b>		
<b>I. DADOS PESSOAIS</b>					
<b>Nome:</b>					
<b>Data de nascimento:</b> /     /		<b>Idade (anos):</b>		<b>Sexo:</b> <input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Masculino <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Feminino	
<b>Endereço completo:</b>			<b>Nº</b>		<b>Complemento:</b>
<b>Bairro/Referência:</b>			<b>Há quanto tempo mora no bairro?</b>		
<b>Contato (telefone fixo e/ou celular/whatsapp):</b>					
<b>II. INFORMAÇÕES SOCIODEMOGRÁFICAS</b>					
<b>Estado civil:</b> <input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Solteiro <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Casado <input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Divorciado <input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Vivendo/morando junto					
<b>Número de filhos?</b> <input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Nenhum <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Um <input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Dois <input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Três ou mais					
<b>Qual a cor da sua pele?</b> <input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Parda/Morena <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Preta <input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Branca <input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Amarela <input type="checkbox"/> <sup>5</sup> Indígena					
<b>Possui trabalho remunerado?</b> <input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Sim <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Não <b>Se SIM, relate:</b> <input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Parcial <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Integral Em média: _____ horas/semana					
<b>Constituição familiar:</b> <input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Moro sozinho <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Moro com pais <input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Moro com amigos <input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Moro com cônjuge/filhos					
<b>Qual seu peso de nascimento?</b> _____ kg <b>Qual sua estatura de nascimento?</b> _____ cm					
<b>Nasceu de quantas semanas gestacionais?</b> _____ semanas					
<b>Se mulher, qual a idade de menarca (primeira menstruação)?</b> _____ anos					
<b>Relate sobre seu PAI:</b> Massa corporal _____ kg Estatura _____ m					
<b>Relate sobre sua MÃE:</b> Massa corporal _____ kg Estatura _____ m					
<b>Quantos desses itens têm em sua casa? Atenção! Não vale o que está quebrado, emprestado ou de uso comercial.</b>					
<b>Itens possuídos</b>	<b>Não tem</b>	<b>Tem</b>			
1. Televisão em cores	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
2. DVD ou Blu-raydisc	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
3. Aparelho de Som	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
4. Banheiro	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
5. Automóvel (carro ou moto de passeio)	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
6. Empregada mensalista (não considerar diarista)	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
7. Máquina de lavar roupa ou louça	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
8. Geladeira	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
9. Freezer (contar o freezer da geladeira duplex)	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
10. Videogame	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
11. Computador/Notebook/Tablet	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4ou+
<b>Até que série seu PAI estudou?</b> <input type="checkbox"/> <sup>0</sup> Não sabe					
<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Analfabeto ou estudo até a 3ª série do fundamental		<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> Médio incompleto (não concluiu o 3º ano)			
<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> 4ª série do fundamental		<input type="checkbox"/> <sup>6</sup> Médio completo (concluiu o 3º ano)			
<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Fundamental Incompleto (não concluiu a antiga 8ª série)		<input type="checkbox"/> <sup>7</sup> Superior incompleto (não concluiu faculdade)			
<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Fundamental completo (concluiu a antiga 8ª série)		<input type="checkbox"/> <sup>8</sup> Superior completo (concluiu faculdade)			
<b>Até que série sua MÃE estudou?</b> <input type="checkbox"/> <sup>0</sup> Não sabe					
<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Analfabeto ou estudo até a 3ª série do fundamental		<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> Médio incompleto (não concluiu o 3º ano)			
<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> 4ª série do fundamental		<input type="checkbox"/> <sup>6</sup> Médio completo (concluiu o 3º ano)			
<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Fundamental Incompleto (não concluiu a antiga 8ª série)		<input type="checkbox"/> <sup>7</sup> Superior incompleto (não concluiu faculdade)			
<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Fundamental completo (concluiu a antiga 8ª série)		<input type="checkbox"/> <sup>8</sup> Superior completo (concluiu faculdade)			

III. AVALIAÇÃO DO SONO E SAÚDE						
				Dorme	Acorda	
1. Em um dia normal de semana (segunda a sexta-feira) que horas você...				___h___mi n	___h___mi n	
2. Em um dia normal de final de semana (sábado ou domingo) que horas você...				___h___mi n	___h___mi n	
3. De maneira geral, como você avalia a qualidade do seu sono?	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Ruim	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Regular	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Boa	<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Muito boa	<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> Excelente	
4. De maneira geral, como você avalia a sua saúde?	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Ruim	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Regular	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Boa	<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Muito boa	<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> Excelente	
5. De maneira geral, como você avalia a sua qualidade de vida?	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Ruim	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Regular	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Boa	<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Muito boa	<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> Excelente	
6. Como você descreve o nível de estresse em sua vida?	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Raramente estressado	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Às vezes estressado, mas vivendo bem	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Quase sempre estressado	<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> Sempre estressado, c/ dificuldade para viver		
7. Quanto tempo você se expõe ao sol?	De seg. a sex. : ___h___min			De sáb. e dom.: ___h___min		
8. Faz uso de medicamento contínuo?	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Sim <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Não Se SIM: Qual(is)? _____ Motivo? _____					
9. Possui casos de osteoporose na família?	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Sim <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Não <input type="checkbox"/> <sup>3</sup> Não sabe Se SIM, qual grau de parentesco? _____					
IV. USO DE CIGARRO, ALCÓOL E DROGAS ILÍCITAS						
1. Você fumou pelo menos 100 cigarros em toda a sua vida?						
<input type="checkbox"/> Sim <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> Não <sup>2</sup>						
<i>*5 carteiras/maços equivalem a 100 cigarros</i>						
2. Com que frequência você fuma cigarros?						
<input type="checkbox"/> Nunca <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> Todo dia <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Alguns dias <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> Não sei <sup>4</sup>						
3. Durante os últimos 12 meses, você parou de fumar cigarros por um dia ou mais porque tentou parar de fumar?						
<input type="checkbox"/> Nunca <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> Sim <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Não <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> Não sei <sup>4</sup>						
4. Nos últimos 30 dias, em quantos dias por semana/por mês você consumiu pelo menos uma dose* de bebida alcoólica?						
<input type="checkbox"/> ___ dias por semana <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> ___ dias nos últimos 30 dias <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Não bebi nos últimos 30 dias <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> Não sei <sup>4</sup>						
<i>*Uma dose de bebida alcoólica corresponde a uma lata de cerveja, uma taça de vinho, uma dose de uísque, vodka, rum, cachaça, etc.</i>						
5. Nos últimos 30 dias, nos dias em que você consumiu bebida alcoólica, quantos drinks* em média você bebeu?						
<input type="checkbox"/> ___ drinks <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> Não bebi nos últimos 30 dias <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Não sei <sup>3</sup>						
<i>*Cerveja de 1L equivale a 3 drinks; coquetel com duas medidas de álcool equivale a 2 drinks</i>						
6. Você já consumiu algum tipo de droga ilícita** em toda a sua vida?						
<input type="checkbox"/> Sim <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> Não <sup>2</sup>						
<i>**maconha, cocaína, crack, ecstasy, LSD, inalantes, heroína, barbitúricos, morfina, skank, chá de cogumelo, anfetaminas, clorofórmio, ópio e outras.</i>						
7. Com que frequência você consome drogas ilícitas?						
<input type="checkbox"/> Nunca <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> Todo dia <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Alguns dias <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> Não sei <sup>4</sup>						
8. Durante os últimos 12 meses, você parou de consumir drogas ilícitas por um dia ou mais porque tentou parar de usar?						
<input type="checkbox"/> Nunca <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> Sim <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Não <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> Não sei <sup>4</sup>						
V. COMPORTAMENTOS DE SAÚDE RELACIONADOS AOS HÁBITOS ALIMENTARES						
<i>Não existem respostas corretas. Marcar apenas uma das alternativas, baseando-se no hábito atual (semana/mês normal).</i>						
Você segue algum tipo de dieta específica? <input type="checkbox"/> vegetariana <input type="checkbox"/> vegana <input type="checkbox"/> outras, qual?						
1. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome leites e derivados? Porção (nº)						
<input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Nenhum dia	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
2. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome carnes e ovos? Porção (nº)						
<input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Nenhum dia	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
3. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome óleos? Porção (nº)						

<input type="checkbox"/> Nenhum dia <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
<b>4. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome petiscos e derivados? Porção (nº)</b>						
<input type="checkbox"/> Nenhum dia <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
<b>5. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome cereais e leguminosas? Porção (nº)</b>						
<input type="checkbox"/> Nenhum dia <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
<b>6. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome hortaliças e frutas? Porção (nº)</b>						
<input type="checkbox"/> Nenhum dia <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
<b>7. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome sobremesas e doces? Porção (nº)</b>						
<input type="checkbox"/> Nenhum dia <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
<b>8. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome bebidas cafeinadas? Porção (nº)</b>						
<input type="checkbox"/> Nenhum dia <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
<b>9. Qual é a porção consumida e com que frequência você consome produtos <i>diet e light</i>? Porção (nº)</b>						
<input type="checkbox"/> Nenhum dia <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/	<input type="checkbox"/> 2 ou +x p/ dia <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> 1x p/ sem. <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> 2 a 4x p/ sem. <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> 5 a 6x p/ sem. <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> 1 a 3x p/ mês <sup>7</sup>
<b>VI. PRÁTICAS ESPORTIVAS E ATIVIDADE FÍSICA</b>						
<b>1 a 7 dias</b>	<b>Tempo p/ dia</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Na semana passada (segunda-feira a domingo) você praticou...</b>		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	1. Basquete		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	2. Handebol		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	3. Voleibol		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	4. Vôlei de praia ou de areia		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	5. Natação ou nadou na praia/rio/lagoa		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	6. Futebol (campo, de rua, de sete, society)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	7. Futebol de praia (beach soccer)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	8. Futsal (futebol de salão)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	9. Judô, Karatê, Capoeira, outras lutas		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	10. Ginástica olímpica, rítmica ou GRD		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	11. Foi a pé, de bicicleta ou skate para escola (tempo de ida e volta)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	12. Foi a pé ou de bicicleta para igreja, cursos, casa de amigos (ida e volta)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	13. Ginástica de academia, Ginástica Aeróbica		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	14. Caminhou como exercício físico (na praça, no parque ou na praia)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	15. Correu, trotou (jogging) como exercício físico		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	16. Musculação (ou exercícios abdominais, flexões, apoio etc.)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	17. Dançou (Jazz, dança moderna, outros tipos de dança)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	18. Andou de bicicleta (como diversão)		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	19. Jogou/brincou de queimada, pulou corda, pique bandeira, etc		
<b>1 a 7 dias</b>	<b>Tempo p/ dia</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Você fez outras atividades físicas que não perguntei?</b>		
	h min	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	20.		
<b>VII. PRÁTICAS ESPORTIVAS NA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA</b>						
1. Fora da escola, você se envolveu em quaisquer atividades esportivas organizadas e/ou supervisionadas (com professor/treinador de escolinha, time, clube/academia) por pelo menos 1 ano, entre os 7 e 10 anos de idade?						
<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Não <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Sim → Qual(is): _____						
2. Fora da escola, você se envolveu em quaisquer atividades esportivas organizadas e/ou supervisionadas (com professor/treinador de escolinha, time, clube/academia) por pelo menos 1 ano, entre os 11 e 17 anos de idade?						
<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> Não <input type="checkbox"/> <sup>2</sup> Sim → Qual(is): _____						
<b>VIII. AVALIAÇÃO DO AMBIENTE</b>						
Responda as questões s baseando-se nas localidades do seu bairro, condomínio, residencial, edifício, cidade.						
<b>S</b>	<b>N</b>	<b>Possui esses locais/espacos ou condições para prática de atividade física (AF)?</b>				
<b>A) AMBIENTE CONSTRUÍDO</b>						
<input type="checkbox"/> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>	1. Academia de ginástica/musculação ou de lutas				

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Praia, lago, rio ou córrego/canal
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Campo de futebol (ou society)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Quadras de Esporte
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Ginásio poliesportivo coberto (basquete, vôlei, handebol, tênis)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Clubes recreativos e sociais (ex: SESI, SENAC)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Pista de caminhada e/ou corrida
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Escola aberta ao público (estrutura para esportes e recreação)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. Praça
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. Parque
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11. Parquinho (playground)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12. Espaços públicos abertos de terra batida, grama ou areia (terrenos vazios para brincar)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13. Pista de skate/patins
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14. Ciclovias ou ciclofaixas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15. Calçadas adequadas para os pedestres
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16. Transporte público adequado e de fácil acesso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17. Boa estética (pouca ou nenhuma pichação, sem lixo nas ruas, etc.)
<b>A) AMBIENTE SOCIAL</b>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Você acha difícil andar nas ruas próximas à sua casa devido ao trânsito intenso de veículos?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. A maioria dos motoristas dirige em alta velocidade nas ruas próximas à sua casa?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Existem faixas de pedestres, sinais de trânsito ou lombadas nas ruas movimentadas próximas à sua casa?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Você se sente seguro(a) ao atravessar as ruas próximas à sua casa?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Facilmente você vê pessoas passando a pé ou de bicicleta nas ruas próximas à sua casa?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. As ruas próximas a sua casa são bem iluminadas à noite?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Existem muitos "roubos, assaltos, assassinatos" nas ruas próximas à sua casa/bairro?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Durante o dia, você tem medo de andar nas ruas próximas à sua casa por ter medo de ser agredido(a) ou assaltado(a)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. Durante a noite, você tem medo de andar nas ruas próximas à sua casa por ter medo de ser agredido(a) ou assaltado(a)?
<b>A) AMBIENTE NATURAL</b>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Você considera o ambiente natural (vegetação e topografia) da sua cidade/bairro adequado para prática de AF?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Você considera o ambiente natural (clima/quant. de chuvas) da sua cidade/bairro adequado para prática de AF?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Você considera o ambiente natural (qualidade do ar) da sua cidade/bairro adequado para prática de AF?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Você considera o ambiente natural (quantidade de parques públicos) da sua cidade/bairro adequado para prática de AF?



## APÊNDICE G

### Termo de consentimento para realização do exame de DXA



**GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA  
EM ATIVIDADE FÍSICA E EXERCÍCIO**



**Aptidão física e prática de esportes na infância e adolescência  
e fatores de risco biológicos e comportamentais em adultos:  
um estudo longitudinal de 15 anos**



### **ABSORCIOMETRIA DE RAIOS-X DE DUPLA ENERGIA EXAME DXA – (Densitometria óssea)**

**Contraindicações:** 1) Mulheres em período gestacional ou com suspeitas de estar grávida; 2) Indivíduos que tenham ingerido ou se infectado com radionuclídeos ou agentes radiopacos, como exemplo, realizado exames contrastados ou de medicina nuclear (cintilografia, tomografia computadorizada, etc) a pelo menos 7 dias; 3) Pessoas em tratamento com medicação que contenham cálcio.

**Para a avaliação:** Retirar todos os objetos metálicos do corpo, tais como: brincos, anéis, piercings, relógios, joias e adereços metálicos em geral. Utilizar roupas leves, que não contenham metal, como fechos de correr (zíper), fivelas, botões, molas, sutiã com aro metálico, etc. Informe se possui implantes metálicos no corpo e se usa marcapasso cardíaco.

**ATENÇÃO MULHERES:** se você estiver grávida ou com suspeita de estar grávida, este exame não deverá ser realizado. Se você estiver apta à realização deste exame, por favor, preencha a ficha abaixo e entregue ao avaliador.

Eu,.....  
RG..... declaro para fins da realização do exame do DXA,  
que fui informada sobre os riscos que este exame pode trazer a um feto, que estou apta ao  
exame já que não estou grávida, não suspeito estar grávida e posso afirmar que não existe  
possibilidade de eu estar grávida.

Assinatura

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_