

**RELAÇÕES DA ATIVIDADE FÍSICA E DO  
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO COM UM  
FENÓTIPO DA SAÚDE MUSCULOESQUELÉTICA EM  
ADOLESCENTES: CONSÓRCIO RPS, SÃO LUÍS**

**SÃO LUÍS, MA  
JANEIRO – 2026**

**PATRÍCIA VIANA TOCANTINS**

**RELAÇÕES DA ATIVIDADE FÍSICA E DO COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO COM  
UM FENÓTIPO DA SAÚDE MUSCULOESQUELÉTICA EM ADOLESCENTES:  
CONSÓRCIO RPS, SÃO LUÍS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Maranhão como requisito à obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva.

Orientador(a): Prof.(a). Dr.(a). Cecília Cláudia Costa Ribeiro

Coorientador: Prof.(a). Dr.(a). Susana Cararo Confortin

**SÃO LUÍS, MA  
JANEIRO – 2026**

Tocantins, Patrícia Viana.

Relações da atividade física e do comportamento sedentário com um fenótipo da saúde musculoesquelética em adolescentes: consórcio RPS, São Luís / Patrícia Viana Tocantins. - 2026.

78 p.

Coorientador(a) 1: Susana Cararo Confortin.

Orientador(a): Cecília Cláudia Costa Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2026.

1. Fenótipo de Saúde Musculoesquelética. 2. Atividade Física. 3. Comportamento Sedentário. 4. Adolescente. I. Confortin, Susana Cararo. II. Ribeiro, Cecília Cláudia Costa. III. Título.

RELAÇÕES DA ATIVIDADE FÍSICA E DO COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO COM  
UM FENÓTIPO DA SAÚDE MUSCULOESQUELÉTICA EM ADOLESCENTES:  
CONSÓRCIO RPS, SÃO LUÍS

Patrícia Viana Tocantins

Dissertação aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ pela banca  
examinadora constituída dos seguintes membros:

**Banca Examinadora:**

---

Prof(a). Dr(a). Cecília Cláudia Costa Ribeiro  
Orientador  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof(a). Dr(a). Susana Cararo Confortin  
Coorientador  
Universidade do Extremo Sul Catarinense

---

Prof (a). Dr (a) Lorena Ladeira  
Examinador Externo  
Universidade Ceuma

---

Prof (a). Dr (a). Poliana Cristina de Almeida F. Viola  
Examinador Interno  
Universidade Federal do Maranhão

Dedico esta dissertação aos meus pais, por terem me ensinado o valor do esforço e da educação.

Aos meus filhos, que dão sentido às minhas escolhas e são fonte constante de motivação e esperança.

E à minha orientadora, cuja presença inspiradora marcou profundamente esta etapa da minha trajetória acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela presença constante, pela força nas incertezas e pela serenidade nos momentos de desafio.

A minha orientadora, pelo grande apoio, confiança, paciência e sabedoria com que guiou cada etapa deste trabalho. Sua escuta generosa e seu rigor científico foram fundamentais para o amadurecimento desta pesquisa e para o meu crescimento como pesquisadora e pessoa.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (PGSC) meu agradecimento pelo suporte institucional e pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico.

Aos professores do PGSC agradeço a orientação, contribuição com saberes, reflexões e oportunidades no processo de aprendizagem.

À Secretária do PGSC, em especial a Maylane, meu reconhecimento pelo apoio administrativo e pela assistência prestada ao longo de toda a jornada.

Aos meus colegas e amigos do PGSC, uma turma ímpar, que compartilharam esta caminhada, pelas trocas, ajuda, sorrisos, parceria e pelas palavras de incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, por todo amor, apoio e por me ensinarem, desde sempre, o valor da dedicação e da honestidade.

Aos meus filhos, Isadora e Gabriel, pela compreensão nas ausências e pelo amor que renova diariamente o meu propósito de seguir aprendendo e ensinando.

A minhas irmãs, Larissa e Isabela, pelo incentivo e companheirismo de todos os momentos.

A minha amiga, Adely, pelo incentivo e parceria nessa jornada.

"A ciência é mais que um corpo de conhecimento, é uma forma de pensar, uma forma cética de interrogar o universo, com pleno conhecimento da falibilidade humana."

- Carl Sagan.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Modelo teórico proposto para analisar a associação entre inatividade física e o Fenótipo músculo esquelético em adolescentes participantes do Consórcio RPS, São Luís .....	14
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Medidas de ajuste do modelo de equações estruturais para analisar a associação entre Desigualdades Sociais, Sedentarismo, Atividade Física, Sobrepeso e SME (São Luís, Brasil, 2017).....	43
<b>Tabela 2</b> - Carga fatorial, erro padrão e valor de p para os indicadores de efeito das variáveis latentes SES e SME (São Luís, Brasil, 2017).....	44
<b>Tabela 3</b> - Coeficiente padronizado, erro-padrão, p-valor e tipo de efeito para as associações significativas entre variáveis explicativas e desfechos do modelo estrutural (São Luís, Brasil, 2017). .....	44

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AF	- Atividade Física
AFMV	- Atividade Física Moderada e Vigorosa
AVD	- Atividade de Vida Diária
CMO	- Conteúdo Mineral Ósseo
CS	- Comportamento Sedentário
DCNT	- Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DMO	- Densidade Mineral Óssea
FPM	- Força de Preensão Manual
FSME	- Fenótipo de Saúde Músculo Esquelética
MET	- Múltiplos Equivalentes Metabólicos
MLG	- Massa Livre de Gordura
MM	- Massa Muscular
OMS	- Organização Mundial de Saúde
OPAS	- Organização Pan Americana da Saúde
PeNSE	- Pesquisa Nacional de Saúde Escolar
SAPAC	- Self Administered Physical Activity Checklist
SEM	- Modelagem de Equação Estrutural
SES	Situação Sócio Econômica
SINASC	- Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos
WHO	- World Health Organization

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

$\chi^2$ : Teste do qui-quadrado.

CI#: Intervalo de Confiança.

TOCANTINS, Patrícia Viana, Relações da atividade física e do comportamento sedentário com um *Fenótipo da Saúde Musculoesquelética* em adolescentes: consórcio RPS, São Luís, 2026, Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 77p.

## RESUMO

A adolescência é uma fase essencial para o desenvolvimento musculoesquelético, caracterizado pela consolidação da massa óssea, massa e força musculares, componentes fundamentais para a capacidade funcional e a prevenção de doenças musculoesqueléticas na vida adulta. Esses processos são fortemente influenciados por comportamentos relacionados ao movimento humano, como a atividade física em seus diferentes níveis, bem como pelo comportamento sedentário. Níveis insuficientes de atividade física e tempo excessivo em comportamento sedentário, na adolescência, podem comprometer o desenvolvimento do sistema musculoesquelético, resultando em perfis de saúde menos favoráveis, com maior risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e de fragilidade funcional ao longo da vida. Neste contexto, a dissertação tem o objetivo de analisar a associação entre a atividade física, o comportamento sedentário e o *Fenótipo da Saúde Musculoesquelética* em adolescentes ao final da segunda década de vida. Trata-se de um estudo analítico transversal, aninhado a uma coorte de nascimentos, com dados do seguimento 18-19 anos da coorte de nascimento de 1997/98 de São Luís, Brasil, com amostra de 2515 participantes. A atividade física foi avaliada por meio de questionário validado, Self-Administered Physical Activity Checklist (SAPAC) e de actigrafia. O comportamento sedentário foi mensurado pelo tempo diário passado em atividades de baixo gasto energético. O desfecho correspondeu ao *Fenótipo da Saúde Musculoesquelética*, uma variável latente construída a partir da variância compartilhada entre a densidade mineral óssea, a força de preensão manual (FPM) e a massa muscular. As associações foram estimadas por meio da Modelagem com Equações Estruturais, com ajuste por situação socioeconômica, sexo e estado nutricional. Os resultados indicaram que a atividade física apresentou associação positiva direta, elevando os valores do *Fenótipo da Saúde Musculoesquelética* (coeficiente padronizado = 0,143;  $p < 0,001$ ), enquanto o comportamento sedentário exerceu efeito negativo direto (coeficiente padronizado =  $-0,040$ ;  $p < 0,001$ ). A menor situação socioeconômica aumentou os valores do *Fenótipo da Saúde Musculoesquelética* (coeficiente padronizado = 0,291;  $p < 0,001$ ) e reduziu o comportamento sedentário (coeficiente padronizado =  $-0,041$ ;  $p$

< 0,001). O sexo feminino foi associado a menores níveis de atividade física e a maior comportamento sedentário. Enquanto o sobrepeso aumentou os valores do *Fenótipo da Saúde Musculoesquelética* (coeficiente padronizado = 0,263;  $p < 0,001$ ). Os resultados ressaltam a importância de intervenções para promover a atividade física entre os adolescentes, evitando riscos futuros à saúde musculoesquelética e doenças crônicas não transmissíveis a ela associadas.

Palavras-chave: Fenótipo da Saúde Musculoesquelética; Atividade Física; Comportamento Sedentário; Adolescente.

TOCANTINS, Patrícia Viana, Relações da atividade física e do comportamento sedentário com um fenótipo da saúde musculoesquelética em adolescentes: consórcio RPS, São Luís, São Luís, 2026, Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 64p.

## ABSTRACT

Adolescence is an essential stage for musculoskeletal development, characterized by the consolidation of bone mass, muscle mass, and muscle strength, which are fundamental components for functional capacity and the prevention of musculoskeletal diseases in adulthood. These processes are strongly influenced by human movement-related behaviors, such as physical activity at different levels, as well as sedentary behavior. Insufficient levels of physical activity and excessive sedentary time during adolescence may compromise the development of the musculoskeletal system, resulting in less favorable health profiles, with an increased risk of chronic non-communicable diseases (NCDS) and functional frailty throughout life. In this context, this dissertation aims to analyze the association between physical activity, sedentary behavior, and the Musculoskeletal Health Phenotype in adolescents at the end of the second decade of life. This is a cross-sectional analytical study nested within a birth cohort, using data from the 18–19-year follow-up of the 1997/98 birth cohort from São Luís, Brazil, with a sample of 2,515 participants. Physical activity was assessed using a validated questionnaire, the Self-Administered Physical Activity Checklist (SAPAC), and actigraphy. Sedentary behavior was measured by the daily time spent in low-energy-expenditure activities. The outcome corresponded to the Musculoskeletal Health Phenotype, a latent variable constructed from the shared variance among bone mineral density, handgrip strength (HGS), and muscle mass. Associations were estimated using Structural Equation Modeling, adjusted for socioeconomic status, sex, and nutritional status. The results indicated that physical activity showed a direct positive association, increasing the values of the Musculoskeletal Health Phenotype (standardized coefficient = 0.143;  $p < 0.001$ ), whereas sedentary behavior exerted a direct negative effect (standardized coefficient =  $-0.040$ ;  $p < 0.001$ ). Lower socioeconomic status increased the values of the Musculoskeletal Health Phenotype (standardized coefficient = 0.291;  $p < 0.001$ ) and reduced sedentary behavior (standardized coefficient =  $-0.041$ ;  $p < 0.001$ ). Female sex was associated with lower levels of physical activity and greater sedentary

behavior, while overweight increased the values of the Musculoskeletal Health Phenotype (standardized coefficient = 0.263;  $p < 0.001$ ). The findings highlight the importance of interventions to promote physical activity among adolescents, preventing future risks to musculoskeletal health and associated chronic non-communicable diseases.

Keywords: Musculoskeletal Health Phenotype; Physical Activity; Sedentary Behavior; Adolescent.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	19
2.1.	Geral .....	19
2.2.	Específicos.....	19
<b>3.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
<b>3.1.</b>	<b>Desenvolvimento Musculoesquelético na Adolescência</b> .....	20
3.1.1	Teoria da Unidade Músculo-Osso (Muscle-Bone Unit).....	20
<b>3.3</b>	<b>Densidade Mineral Óssea e o Desenvolvimento Ósseo</b> .....	22
<b>3.4</b>	<b>Força de Prensão Manual como Indicador Funcional</b> .....	23
<b>3.5</b>	<b>Construção do <i>Fenótipo da Saúde Musculoesquelética</i></b> .....	25
<b>3.6</b>	<b>Atividade Física como Determinante de Saúde Musculoesquelética</b> .....	26
<b>3.7</b>	<b>Inatividade Física e seus Impactos na Saúde Musculoesquelética</b> .....	27
<b>3.8</b>	<b>Comportamento Sedentário e seus Efeitos na Saúde Musculoesquelética</b> .....	28
<b>3.9</b>	<b>Determinantes Socioeconômicos e Estado Nutricional</b> .....	29
<b>3.10</b>	<b>Modelagem de Equações na Análise de Saúde Musculoesquelética</b> .....	30
<b>4.</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	32
<b>4.1</b>	<b>Delineamento do Estudo</b> .....	32
<b>4.2</b>	<b>População e Amostra em Estudo</b> .....	32
<b>4.4.</b>	<b>CrITÉRIOS de Inclusão e Exclusão</b> .....	33
<b>4.5.</b>	<b>Procedimento de Coleta de Dados</b> .....	33
<b>4.6.</b>	<b>Variáveis do Estudo</b> .....	34
4.6.1	Variável Dependente: <i>Fenótipo da Saúde Musculoesquelética</i> .....	34
4.6.2	Situação socioeconômica (SES) .....	35
4.6.3	Atividade física.....	35
<b>4.7</b>	<b>Modelo Teórico Proposto</b> .....	37
<b>4.8</b>	<b>Análise dos dados</b> .....	40
4.8.1	Análise estatística .....	40
<b>4.9</b>	<b>Aspectos éticos e legais</b> .....	40
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	41
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	60
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	61
	<b>ANEXO A – Questionário Geral 1</b> .....	75

<b>ANEXO B – Questionário Geral 2 .....</b>	<b>76</b>
---	-----------