

## Associações entre duração de sono e índices de massa gorda, muscular e corporal em adolescentes de São Luís, Maranhão, Brasil

Associations between sleep duration and fat mass, lean mass, and body mass index in adolescents in São Luís, Maranhão State, Brazil

Asociaciones entre duración del sueño e índices de masa grasa, muscular y corporal en adolescentes de São Luís, Maranhão, Brasil

Karen das Graças Ferreira Passos Santana <sup>1</sup>  
Susana Cararo Confortin <sup>1,2</sup>  
Maylla Luanna Barbosa Martins Bragança <sup>1,3</sup>  
Rosângela Fernandes Lucena Batista <sup>1</sup>  
Iná da Silva dos Santos <sup>4</sup>  
Antônio Augusto Moura da Silva <sup>1</sup>

doi: 10.1590/0102-311X00078721

### Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar a associação entre duração de sono e composição corporal em adolescentes. Estudo transversal, com 1.269 adolescentes de 18 e 19 anos da coorte de nascimentos de 1997/1998 de São Luís, Maranhão, Brasil. A duração do sono foi avaliada a partir dos dados registrados por acelerometria. A composição corporal foi avaliada pelo o índice de massa gorda (IMG), índice de massa muscular (IMM) e índice de massa corporal (IMC). Os fatores de confusão foram identificados em gráfico acíclico direcionado no programa DAGitty 3.0. Foram realizadas análises descritivas para todas as variáveis e, posteriormente, regressão linear, com estimativa dos coeficientes de regressão brutos e ajustados, com os respectivos intervalos de 95% de confiança (IC95%). Nos adolescentes do sexo masculino, cada hora a mais de sono associou-se a reduções de 0,30kg/m<sup>2</sup> do IMM (IC95%: -0,45; -0,15), de 0,26kg/m<sup>2</sup> do IMG (IC95%: -0,48; -0,03) e 0,61kg/m<sup>2</sup> do IMC (IC95%: -0,93; -0,30). Nas adolescentes, cada hora a mais de sono associou-se à redução de 0,22kg/m<sup>2</sup> do IMM (IC95%: -0,36; -0,07). A maior duração do sono associou-se a menor IMM em ambos os sexos e menor IMG e IMC no sexo masculino, o que evidencia a importância de ter adequadas horas de sono para melhorar os índices de composição corporal.

Adolescência; Sono; Índice de Massa Corporal; Adiposidade

### Correspondência

K. G. F. P. Santana  
Rua Bom Jesus s/n, São Luís, MA 65090-713, Brasil.  
karensantanna@hotmail.com

<sup>1</sup> Departamento de Saúde Pública, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil.

<sup>4</sup> Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.



## Introdução

O sono é fundamental modulador da função neuroendócrina do organismo, participando de reações fisiológicas referentes à síntese de grelina e leptina, hormônios diretamente relacionados à regulação do apetite e saciedade, além dos picos de produção do hormônio de crescimento <sup>1</sup>. Transtornos relacionados ao sono vêm atingindo indivíduos de diversos grupos etários, inclusive adolescentes, acarretando comprometimento da saúde física e mental.

A restrição de sono pode dar mais oportunidade para comer, além de reduzir a secreção de leptina, e aumentar a liberação de grelina, favorecendo a quantidade e qualidade dos alimentos ingeridos e, conseqüentemente, o aumento da massa gorda em adolescentes <sup>1,2,3,4</sup>. Além disso, podemos destacar a crononutrição como importante motivador para o ganho de peso e de massa gorda, uma vez que se demonstra melhor sensibilidade à insulina, capacidade de resposta das células beta, tolerância à glicose e aumento da termogênese pós-prandial pela manhã do que à tarde ou à noite, sugerindo que o horário de alimentação pode estar relacionado com os ritmos metabólicos e, portanto, ter relação com o aumento de massa gorda <sup>5</sup>.

É pertinente estudar também a composição corporal que representa a distribuição dos componentes orgânicos no corpo humano. A massa gorda e a massa muscular são os principais constituintes do organismo. O método mais simples e amplamente utilizado para estimar a composição corporal é o índice de massa corporal (IMC) <sup>6</sup>, porém não permite distinguir entre massa gorda e massa muscular, tendo em vista que há variações de acordo com idade, sexo e características individuais, sendo necessário o estudo de cada componente <sup>7</sup>.

A massa muscular apresenta importante função na estrutura do corpo, gera força para respiração, locomoção e manutenção da postura, além de funções a nível celular, que estão relacionadas ao metabolismo corporal <sup>8</sup>. Demonstra-se que boa qualidade e duração do sono são importantes para manutenção da massa muscular. O IGF-1, hormônio anabólico envolvido na síntese de proteínas, tem seu aumento associado à boa qualidade do sono e diminuição de acordo com a liberação de cortisol e alteração dos níveis de testosterona <sup>9</sup>. Os baixos níveis de massa muscular estão associados a complicações para a saúde, como perda da capacidade funcional e da qualidade e expectativa de vida <sup>8</sup>. Por outro lado, o aumento da massa gorda configura-se como fator de risco para desfechos negativos à saúde, como hipertensão arterial, diabetes tipo 2, síndrome metabólica e resistência à insulina <sup>7</sup>.

Há alguns estudos que avaliaram associações entre duração do sono e massa gorda encontrando <sup>2</sup> ou não associação <sup>4,10</sup>. Outros já analisaram associações entre duração de sono e massa muscular, encontrando <sup>11,12</sup> ou não associação <sup>2,4</sup>. Os resultados dos vários estudos são controversos, ainda mais por terem usado diferentes métodos para mensuração do sono (questionários, actigrafia e polissonografia) e da massa gorda e magra (bioimpedância, pregas cutâneas, DXA) <sup>1,4,10,13,14,15,16</sup>.

Tendo em vista que a adolescência é uma fase marcada por profundas mudanças fisiológicas, psicológicas, sociais e comportamentais, inclusive em relação ao padrão de sono <sup>4</sup>, estudos epidemiológicos evidenciaram que a duração de sono está associada a mudanças na composição corporal, as quais estão relacionadas ao surgimento de doenças e agravos não transmissíveis <sup>1,12,13,17</sup>. Nesse sentido, este estudo tem por objetivo avaliar a associação entre a duração de sono e o IMC, índice de massa muscular (IMM) e o índice de massa gorda (IMG) em adolescentes de São Luís, Maranhão, Brasil. A hipótese científica deste estudo é que o aumento da duração do sono acarretaria na diminuição do IMG, aumento do IMM e que a longa ou curta duração do sono conduziria ao aumento do IMC <sup>13,18,19</sup>.

## Métodos

Trata-se de estudo transversal, com os participantes da coorte de nascimentos de São Luís, selecionados ao nascer em dez hospitais (públicos e privados) da cidade, no período de março de 1997 a fevereiro de 1998. Para a seleção da amostra (linha de base da coorte), foi sorteado um a cada sete partos em cada maternidade, com partilha proporcional ao número de nascimentos em cada unidade. A amostra dessa primeira fase da coorte totalizou 2.493 nascidos vivos, após a exclusão de natimortos. Na segunda fase, em 2005/2006, foram avaliadas crianças de 7 a 9 anos.

A terceira fase da coorte, utilizada nesse estudo de forma transversal, foi realizada entre janeiro e dezembro de 2016, quando os participantes estavam com 18 e 19 anos. No final dessa fase, 684 adolescentes haviam sido localizados e aceitaram participar do estudo. No entanto, para aumentar o poder da amostra e minimizar o efeito de futuras perdas, optou-se por incluir outros adolescentes nascidos em São Luís no ano de 1997, que não haviam sido sorteados inicialmente para participar da coorte. Assim, 1.828 novos adolescentes foram incluídos na pesquisa, totalizando a participação de 2.515 adolescentes<sup>20,21</sup>.

A amostra analítica do estudo foi de 1.269 adolescentes, tendo em vista que 1.538 indivíduos utilizaram o acelerômetro, mas 179 foram excluídos por dados inválidos, 11 por erro de calibração, sete por apresentarem *clipping score* diferente de zero, três por não terem ciclo completo de 24 horas e 14 pelos gráficos de plotagem (*plots*) inadequados. Ainda foram excluídos 55 adolescentes por terem dados incompletos, segundo a fórmula de Spearman-Brown (utilização inferior a quatro dias) (Figura 1).

### **Variável dependente**

A composição corporal foi avaliada a partir de dois métodos de alta precisão: a absorciometria radiológica de dupla energia (*dual-energy X-ray absorptiometry* – DXA), por meio do aparelho Lunar Prodigy da marca GE Healthcare (<https://www.gehealthcare.com.br/>), que avaliou a massa muscular; e a pletismografia por deslocamento de ar pelo equipamento BOD POD Gold Standard da marca COSMED (<https://www.cosmed.com>), que avaliou a massa gorda. Essas variáveis foram utilizadas para o cálculo do IMG e IMM, calculados respectivamente, pela razão entre a massa gorda e a massa muscular em quilos, pela altura, em metros ao quadrado<sup>22</sup>. Os índices foram escolhidos com intuito de corrigir a distribuição da massa gorda e massa muscular no corpo pela estatura<sup>23</sup>. Para o cálculo do IMC, foi feita a razão da massa corporal total, em quilos, pela estatura, em metros ao quadrado. Os valores de peso foram medidos por meio de balança Filizola (<https://www.oswaldofilizola.com.br/>) de alta precisão acoplada ao BOD POD, e a altura foi mensurada por meio de estadiômetro Altorexata (Belo Horizonte, Brasil).

### **Variável independente**

A variável duração de sono (em horas) foi avaliada por meio de acelerometria, com o equipamento Actigraph wGT3X-BT (<https://actigraphcorp.com/>), aparelho utilizado para monitorar o período de sono e vigília, com registro de repouso e movimento realizado durante o dia e a noite, bem como o registro de luz durante o período de uso<sup>24</sup>. Todos os acelerômetros foram previamente calibrados e os responsáveis pela distribuição e orientação de uso dos acelerômetros foram previamente treinados para este fim. Foi dada prioridade aos adolescentes participantes da coorte principal para uso dos acelerômetros. Os adolescentes foram orientados a utilizar o acelerômetro durante 24 horas por dia por um período de até sete dias, no punho não dominante, exceto no banho e em atividades aquáticas.

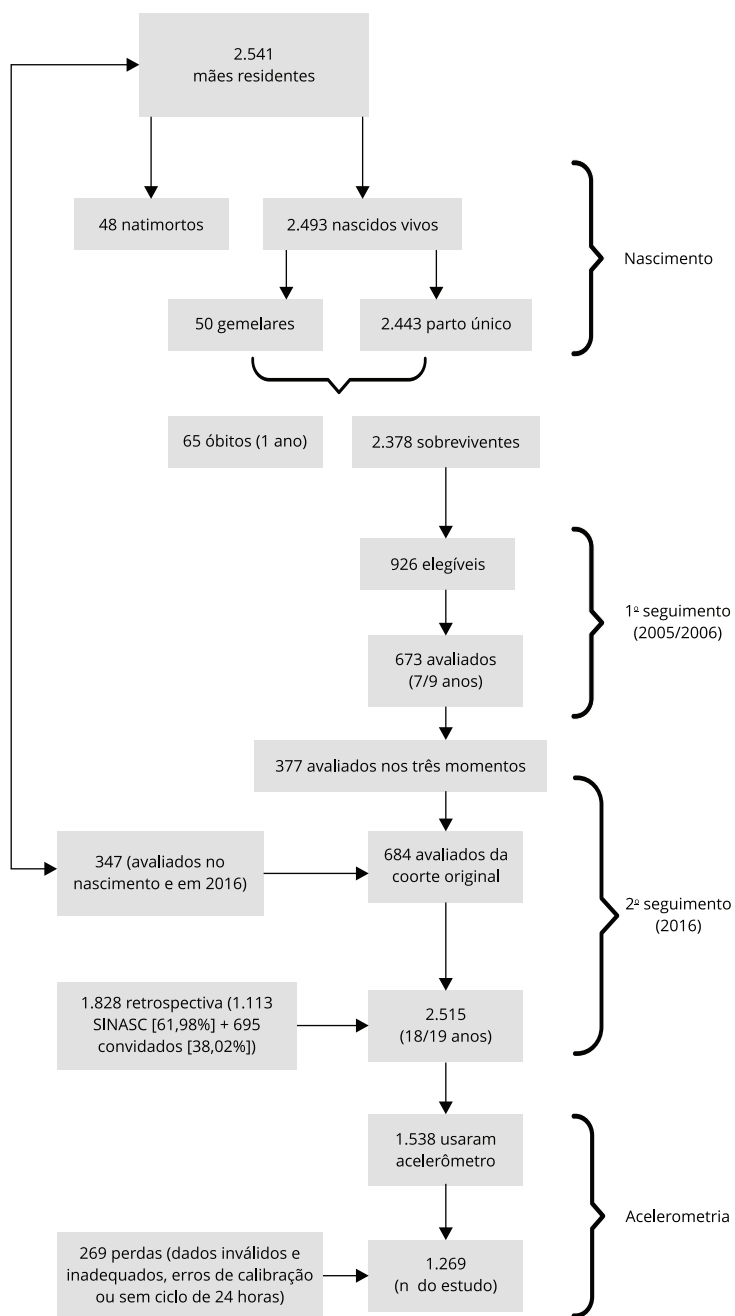
Utilizou-se o software Actilife 6.12.1 (<https://actigraphcorp.com/actilife/>) para a programação dos dispositivos, sendo consideradas informações válidas quando o adolescente usou o acelerômetro por, no mínimo, quatro dias. O processamento dos dados foi realizado no programa R, package GGIR (<http://www.r-project.org>). Para identificação da duração de sono, foi utilizado o algoritmo de detecção automática proposto por van Hess et al.<sup>25</sup>, que utiliza uma janela de tempo em que verifica o período de menor atividade no ciclo de 24 horas<sup>26</sup>. Assim, para o cálculo da duração do sono, utilizou-se o período de 24 horas, incluindo dias de semanas e final de semana.

### **Variáveis de ajuste**

As variáveis de ajuste foram sexo (feminino e masculino), idade (em anos), cor da pele autorreferida (branca, preta e parda), escolaridade (fundamental, médio, técnico ou profissionalizante e faculdade), classe socioeconômica (A, B, C, D-E) segundo critérios da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa<sup>27</sup>, consumo abusivo de bebida alcoólica (sim ou não), investigadas através do *Alcohol Use Disorder Identification Test* (AUDIT)<sup>28</sup>, tabagismo (sim ou não), trabalho atual (sim ou não), atividade física (insuficientemente ativo, ativo fisicamente) avaliado pelo *Self Administered Physical Activity*

**Figura 1**

Fluxograma da coorte de nascimentos de 1997/1998 de São Luís, Maranhão, Brasil.



*Checklist* (SAPAC) <sup>29,30</sup>, consumo calórico total (quilocalorias/dia) obtido por meio de questionário de frequência alimentar (QFA) previamente validado <sup>31</sup>, episódio depressivo maior recorrente (sim ou não) avaliado por meio do questionário *Mini International Neuropsychiatric Interview* (MINI; versão brasileira 5.0.0 – DSM IV) <sup>32</sup>.

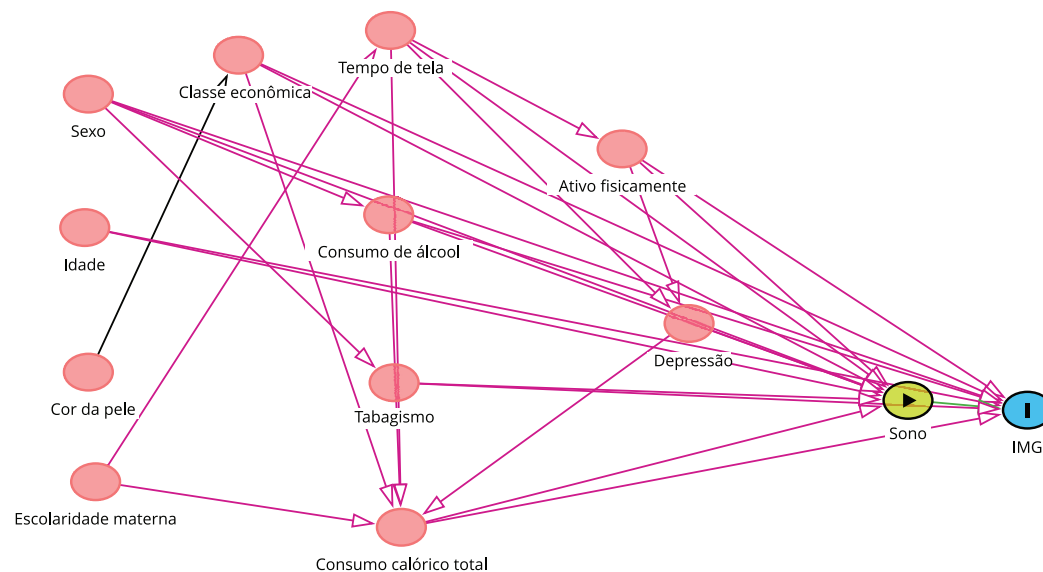
A análise estatística foi conduzida no programa Stata 14.0 (<https://www.stata.com>). Foram realizadas análises descritivas para todas as variáveis e, posteriormente, regressão linear, com estimativa dos coeficientes de regressão brutos e ajustados, com os respectivos intervalos de 95% de confiança (IC95%).

Ao ser testada interação entre sexo e sono, verificou-se diferenças nas associações entre sono e IMC, IMM e IMG entre os sexos, portanto as análises foram separadas de acordo com o sexo dos adolescentes. O conjunto mínimo de ajuste para confundimento para cada desfecho foi determinado por meio de gráfico acíclico direcionado (DAG) no programa DAGitty, versão 3.0 (<http://www.dagitty.net/>). Os diagramas causais são gráficos acíclicos, que fluem em apenas uma direção, e são aplicados com o objetivo de auxiliar nas escolhas de variáveis que serão incluídas no ajuste, para minimizar possíveis vieses de confundimento ou de seleção (Figuras 2, 3 e 4) <sup>33</sup>.

Assim, as variáveis incluídas no ajuste da análise da associação entre duração de sono e IMM foram atividade física, consumo calórico total, consumo de bebida alcóolica e idade. Para a análise da associação entre duração de sono e IMG, foram incluídos atividade física, classe socioeconômica, consumo calórico total, consumo abusivo de bebida alcóolica, tabagismo e idade. E, para duração de sono e IMC, entraram no modelo ajustado as variáveis atividade física, consumo calórico total, consumo abusivo de álcool, cor da pele, idade, situação conjugal e tabagismo. Utilizou-se o método não paramétrico de regressão local (*lowess – locally weighted scatterplot smoothing*), para avaliar graficamente possíveis não linearidades. Na ausência de linearidade, foram adicionados termos polinomiais aos modelos de regressão linear. Foram testados termos quadráticos e cúbicos, que não foram significativos, sendo, por isso, mantida a regressão linear.

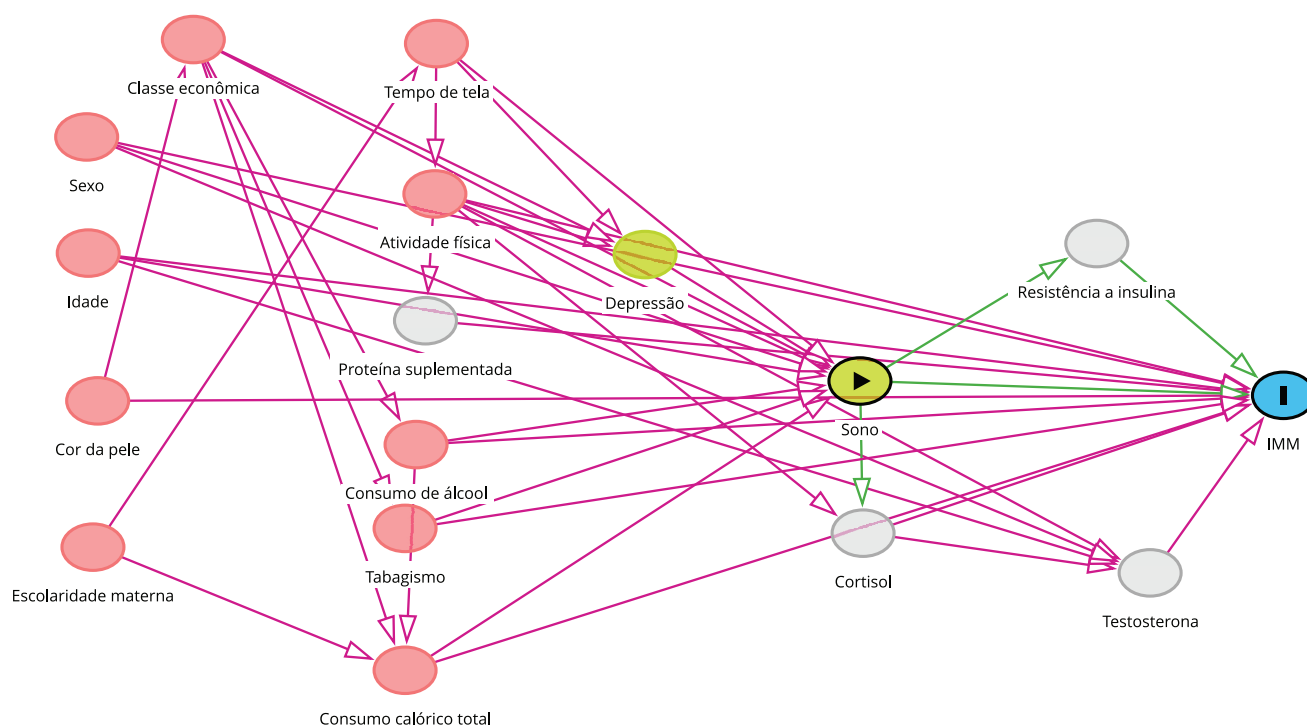
**Figura 2**

Gráfico acíclico direcionado: sono e índice de massa gorda (IMG).



**Figura 3**

Gráfico acíclico direcionado: sono e índice de massa muscular (IMM).



O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (CAAE nº 1.302.489) em todas as suas etapas. Todos os entrevistados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

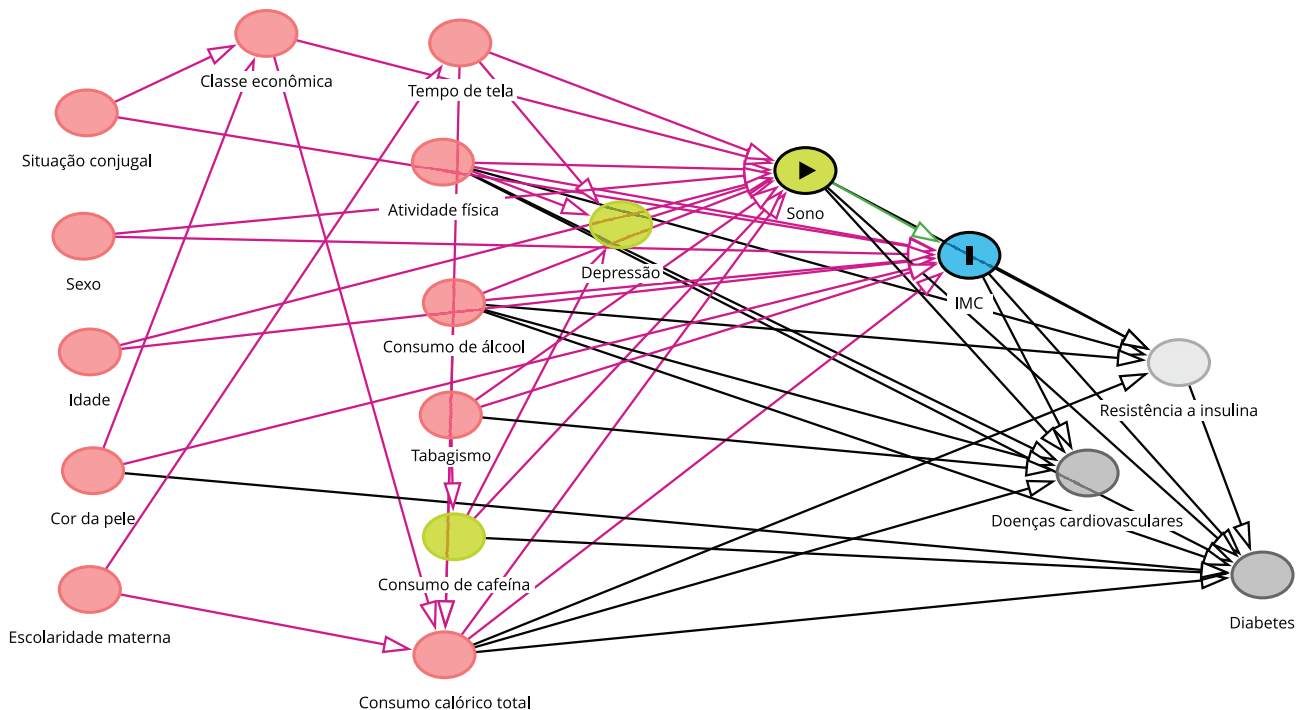
## Resultados

Ao ser analisada a distribuição de adolescentes que utilizaram acelerômetro ( $n = 1.269$ ), em relação aos que não utilizaram ( $n = 1.200$ ), houve diferenças entre as categorias de idade ( $p \leq 0,001$ ), sexo ( $p = 0,003$ ), escolaridade ( $p \leq 0,001$ ), classe socioeconômica ( $p = 0,018$ ) e prática de atividade física de lazer ( $p \leq 0,001$ ) (dados não apresentados). Em comparação aos que não usaram acelerômetro, os que usaram eram, em geral, mais jovens, do sexo masculino, tinham nível médio de escolaridade, pertenciam às classes socioeconômicas D-E e eram fisicamente mais ativos<sup>34</sup>. É importante ressaltar que o estudo não pode ter os resultados extrapolados para a população porque a amostra não é probabilística.

Foram analisados 1.269 adolescentes de ambos os sexos, sendo que a maioria tinha 18 anos (89,2% e 84,9%, respectivamente, dos adolescentes masculinos e femininos), possuíam Ensino Médio (74,4% e 69,2%), eram da cor parda (64,9% e 65,7%), não tinham companheiro (97,6% e 95,7%), não trabalhavam (81,8% e 86,4%), não fumavam (95,3% e 98,4%), não consumiam bebidas alcólicas (55,5% e 62,8%) e não apresentavam episódio depressivo maior recorrente (97,3% e 88%), respectivamente. Entre os adolescentes do sexo masculino, a maioria pertencia à classe econômica C (52,4%) e era ativa fisicamente (60,5%), enquanto, entre as adolescentes, 46,9% também pertenciam à classe econômica C e a maioria era insuficientemente ativa (75,7%) (Tabelas 1 e 2). Houve diferença entre os sexos quanto a

**Figura 3**

Gráfico acíclico direcionado: sono e índice de massa muscular (IMM).



todos os potenciais confundidores da relação entre duração de sono e composição corporal, exceto quanto à cor da pele e situação conjugal (Tabelas 1 e 2).

A duração média do sono de 24 horas dos adolescentes masculinos foi 5h46min ( $\pm 0,56$ min) e, das adolescentes, foi 6h15min ( $\pm 0,56$ min). Observaram-se maiores médias de IMM e consumo calórico diário total entre os adolescentes do sexo masculino, enquanto as meninas apresentaram maior média de IMG (Tabelas 1 e 2). Não houve diferença entre os sexos quanto às médias de IMC.

Entre os adolescentes do sexo masculino, verificou-se, na análise bruta, associação inversa e estatisticamente significativa entre a duração de sono e IMM, IMG e IMC. Na análise ajustada, as associações mantiveram-se para IMM ( $\beta$ : -0,30; IC95%: -0,45; -0,15), IMG ( $\beta$ : -0,26; IC95%: -0,48; -0,03) e IMC ( $\beta$ : -0,61; IC95%: -0,93; -0,30). Entre as adolescentes, observou-se, na análise bruta, associação inversa entre duração de sono e IMM, sendo esta mantida após ajuste para prática de atividade física, consumo de calorias diárias, consumo abusivo de bebida alcóolica e idade ( $\beta$ : -0,22; IC95%: -0,36; -0,07) (Tabela 3).

**Tabela 1**

Caracterização da amostra conforme o sexo e de acordo com características demográficas, socioeconômicas, estilo de vida e condições de saúde. São Luís, Maranhão, Brasil, 2016/2017.

Características	Masculino		Feminino		Valor de p	Masculino (duração do sono) Média (DP)	Valor de p	Feminino (duração do sono) Média (DP)	Valor de p
	n	%	n	%					
Idade em anos (n = 1.269)					0,024		0,613 *		0,429 *
18	569	89,2	536	84,9		5,76 (0,94)		6,25 (0,94)	
19	69	10,8	95	15,1		5,82 (0,86)		6,17 (0,89)	
Escolaridade (n = 1.268)					0,040		0,777 **		4,590 **
Médio	485	76,0	440	69,8		5,78 (0,92)		6,27 (0,97)	
Curso técnico ou profissionalizante	31	4,9	34	5,4		5,66 (0,96)		6,13 (0,85)	
Faculdade	122	19,1	156	24,8		5,74 (0,96)		6,19 (0,84)	
Cor da pele (n = 1.262)					0,726		0,645 **		3,328 **
Branca	122	19,2	113	18,0		5,82 (0,94)		6,36 (0,90)	
Preta	100	15,8	102	16,3		5,62 (0,87)		6,13 (1,04)	
Parda	412	64,9	412	65,7		5,78 (0,94)		6,24 (0,91)	
Situação conjugal (n = 1.269)					0,055		0,096 *		0,775 *
Sem companheiro	623	97,6	604	95,7		5,77 (0,93)		6,24 (0,93)	
União consensual	15	2,4	27	4,3		5,37 (0,62)		6,29 (0,92)	
Classe econômica (n = 1.111)					< 0,001		0,295 **		1,256 **
A-B	171	31,2	138	24,5		5,71 (0,99)		6,24 (0,91)	
C	287	52,4	264	46,9		5,75 (0,90)		6,18 (0,94)	
D-E	90	16,4	161	28,6		5,92 (0,89)		6,28 (0,99)	
Trabalho (n = 1.269)					0,027		0,768 *		0,063 *
Não	522	81,8	545	86,4		5,77 (0,93)		6,27 (0,93)	
Sim	116	18,2	86	13,6		5,74 (0,93)		6,07 (0,92)	
Trabalha e estuda atualmente (n = 1.269)					0,086		0,463 **		0,386 **
Não estuda e não trabalha	193	30,2	216	34,2		5,84 (0,99)		6,34 (0,92)	
Estuda e não trabalha	329	51,6	329	52,1		5,73 (0,90)		6,22 (0,94)	
Não estuda e trabalha	37	5,8	33	5,2		5,82 (0,89)		5,99 (0,87)	
Estuda e trabalha	79	12,4	53	8,4		5,71 (0,95)		6,11 (0,95)	
Tabagismo (n = 1.269)					0,001		0,656 *		0,814 *
Não	608	95,3	621	98,4		5,76 (0,93)		6,24 (0,94)	
Sim	30	4,7	10	1,6		5,84 (0,88)		6,31 (0,67)	
Consumo de bebidas alcoólicas (n = 1.258)					0,008		0,362 *		0,836 *
Não	350	55,5	394	62,8		5,80 (0,89)		6,24 (0,92)	
Sim	281	44,5	233	37,2		5,73 (0,97)		6,25 (0,93)	
Atividade física de lazer (n = 1.269)					< 0,001		0,174 *		0,232 *
Insuficientemente ativo	252	39,5	478	75,7		5,83 (0,91)		6,27 (0,93)	
Ativo fisicamente	386	60,5	153	24,3		5,72 (0,94)		6,16 (0,94)	
	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Valor de p</b>	<b>Coefficiente de correlação ***</b>	<b>Valor de p</b>	<b>Coefficiente de correlação ***</b>	<b>Valor de p</b>
IMM (n = 1.245)	16,4	1,8	13,3	1,7	< 0,001	-0,17	< 0,001	-0,12	0,002
IMG (n = 1.252)	3,2	2,6	6,5	3,1	< 0,001	-0,10	0,013	-0,04	0,262
IMC (n = 1.254)	21,8	3,7	21,9	4,2	0,9947	-0,14	< 0,001	-0,07	0,093
Calorias diárias (n = 1.257)	3.229,4	1.553,3	2.816,7	1.463,0	< 0,001	-0,07	0,073	0,01	0,756

DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corporal; IMG: índice de massa gorda; IMM: índice de massa muscular.

\* Teste t de student;

\*\* ANOVA;

\*\*\* Teste de correlação de Pearson.



**Tabela 2**

Caracterização da amostra e média com desvio padrão (DP) dos índices de massa muscular (IMM), massa gorda (IMG) e massa corporal (IMC), conforme o sexo e de acordo com características demográficas, socioeconômicas, estilo de vida e condições de saúde. São Luís, Maranhão, Brasil, 2016/2017.

Características	IMM		Valor de p	IMG		Valor de p	IMC		Valor de p
	Masculino	Feminino		Masculino	Feminino		Masculino	Feminino	
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)			
Idade em anos (n = 1.269)									
18	16,3 (1,8)	13,3 (1,7)	≤ 0,001	3,2 (2,6)	6,4 (3,1)	≤ 0,001	21,8 (3,7)	21,8 (4,2)	0,726
19	16,6 (1,9)	13,3 (1,7)	≤ 0,001	3,3 (2,1)	7,1 (3,2)	≤ 0,001	22,2 (3,3)	22,7 (4,2)	0,621
Escolaridade (n = 1.268)									
Médio	16,4 (1,8)	13,3 (1,6)	≤ 0,001	3,1 (2,5)	6,3 (3,1)	≤ 0,001	21,7 (3,7)	21,8 (4,1)	0,871
Curso técnico ou profissionalizante	16,2 (1,7)	13,6 (1,6)	≤ 0,001	2,9 (2,4)	6,9 (3,5)	≤ 0,001	21,2 (3,5)	22,6 (4,0)	0,182
Faculdade	16,2 (1,9)	13,2 (1,7)	≤ 0,001	3,8 (2,6)	6,8 (3,2)	≤ 0,001	22,3 (3,7)	22,2 (4,3)	0,652
Cor da pele (n = 1.262)									
Branca	16,2 (1,7)	13,2 (1,5)	≤ 0,001	3,6 (2,8)	6,8 (2,9)	≤ 0,001	22,0 (3,8)	22,3 (4,0)	0,580
Preta	16,8 (1,9)	13,3 (1,7)	≤ 0,001	3,4 (2,9)	6,0 (3,2)	≤ 0,001	22,5 (4,2)	21,6 (4,0)	0,052
Parda	16,3 (1,8)	13,3 (1,7)	≤ 0,001	3,0 (2,4)	6,5 (3,2)	≤ 0,001	21,6 (3,5)	22,0 (4,3)	0,372
Situação conjugal (n = 1.269)									
Sem companheiro	16,4 (1,8)	13,2 (1,7)	≤ 0,001	3,2 (2,6)	6,5 (3,1)	≤ 0,001	21,8 (3,7)	21,9 (4,2)	0,822
União consensual	16,4 (1,8)	13,8 (1,5)	≤ 0,001	2,2 (1,2)	6,9 (3,2)	≤ 0,001	20,9 (2,7)	22,8 (4,5)	0,170
Classe econômica (n = 1.111)									
A-B	16,3 (1,8)	13,1 (1,6)	≤ 0,001	3,7 (2,8)	6,7 (3,2)	≤ 0,001	22,1 (3,6)	22,0 (4,2)	0,589
C	16,4 (1,8)	13,3 (1,7)	≤ 0,001	3,1 (2,4)	6,5 (3,1)	≤ 0,001	21,9 (3,5)	21,9 (4,1)	0,617
D-E	16,4 (1,8)	13,4 (1,7)	≤ 0,001	2,4 (2,0)	6,3 (3,0)	≤ 0,001	21,0 (3,3)	22,0 (4,3)	0,083
Trabalho (n = 1.269)									
Não	16,3 (1,8)	13,2 (1,6)	≤ 0,001	3,1 (2,5)	6,4 (3,1)	≤ 0,001	21,8 (3,6)	21,8 (4,1)	0,993
Sim	16,5 (1,8)	13,6 (1,9)	≤ 0,001	3,5 (2,9)	6,7 (3,4)	≤ 0,001	22,0 (3,8)	22,5 (4,8)	0,855
Trabalha e estuda atualmente (n = 1.269)									
Não estuda e não trabalha	16,3 (1,8)	13,1 (1,7)	≤ 0,001	2,9 (2,1)	6,2 (3,0)	≤ 0,001	21,5 (3,2)	21,5 (3,9)	0,745
Estuda e não trabalha	16,3 (1,8)	13,3 (1,6)	≤ 0,001	3,3 (2,6)	6,6 (3,1)	≤ 0,001	21,9 (3,9)	22,1 (1,2)	0,770
Não estuda e trabalha	16,7 (1,6)	13,8 (1,8)	≤ 0,001	3,4 (2,5)	6,5 (3,2)	≤ 0,001	22,4 (3,4)	22,6 (4,4)	0,833
Estuda e trabalha	16,3 (1,9)	13,5 (1,9)	≤ 0,001	3,5 (3,1)	6,8 (3,5)	≤ 0,001	21,8 (4,1)	22,5 (5,1)	0,701
Tabagismo (n = 1.269)									
Não	16,3 (1,8)	13,3 (1,7)	≤ 0,001	3,2 (2,5)	6,5 (3,1)	≤ 0,001	21,7 (3,6)	22,0 (4,2)	0,858
Sim	16,9 (2,2)	12,8 (1,1)	≤ 0,001	3,7 (3,4)	6,0 (2,4)	0,015	23,1 (5,5)	21,1 (3,0)	0,553
Consumo de bebidas alcoólicas (n = 1.258)									
Não	16,3 (1,9)	13,3 (1,7)	≤ 0,001	3,1 (2,5)	6,5 (3,2)	≤ 0,001	21,7 (3,7)	22,0 (4,3)	0,850
Sim	16,4 (1,8)	13,3 (1,6)	≤ 0,001	3,4 (2,6)	6,5 (3,0)	≤ 0,001	22,9 (3,7)	21,9 (3,9)	0,906
Atividade física de lazer (n = 1.269)									
Insuficientemente ativo	15,8 (1,7)	13,1 (1,6)	≤ 0,001	3,3 (2,5)	6,4 (3,1)	≤ 0,001	21,4 (3,7)	21,7 (4,2)	0,489
Ativo fisicamente	16,7 (1,8)	13,7 (1,7)	≤ 0,001	3,1 (2,6)	6,7 (3,1)	≤ 0,001	22,0 (3,6)	22,5 (4,0)	0,183
IMM (n = 1.245)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IMG (n = 1.252)	0,41	0,67	-	0,41	-	-	-	-	-
IMC (n = 1.254)	0,80	0,86	-	0,83	0,94	-	-	-	-
Calorias diárias (n = 1.257)	0,03	-0,07	-	-0,09	-0,13	-	-0,05	-0,12	-

**Tabela 3**

Análise bruta e ajustada da associação entre duração do sono e índice de massa muscular (IMM), índice de massa gorda (IMG) e índice de massa corporal (IMC) em adolescentes. São Luís, Maranhão, Brasil, 2016/2017.

Variáveis	Análise bruta		Análise ajustada	
	$\beta$ (IC95%)	Valor de p	$\beta$ (IC95%)	Valor de p
Sexo masculino (duração do sono em horas)				
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	-0,33 (-0,48; -0,18)	< 0,001	-0,30 (-0,45; -0,15) *	< 0,001
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	-0,27 (-0,48; -0,06)	0,013	-0,26 (-0,48; -0,03) **	0,025
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0,57 (-0,87; -0,26)	< 0,001	-0,61 (-0,93; -0,30) ***	< 0,001
Sexo feminino (duração do sono em horas)				
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	-0,21 (-0,36; -0,08)	0,002	-0,22 (-0,36; -0,07) *	0,003
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	-0,15 (-0,42; 0,11)	0,263	-0,13 (-0,41; 0,14) **	0,343
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0,30 (-0,66; 0,05)	0,930	-0,35 (-0,70; 0,01) ***	0,058

IC95%: intervalo de 95% de confiança.

\* Conjunto mínimo de ajuste: atividade física, calorias diárias, consumo de bebida alcoólica, idade;

\*\* Conjunto mínimo de ajuste: atividade física, classe econômica, calorias diárias, consumo de bebida alcoólica, tabagismo, idade;

\*\*\* Conjunto mínimo de ajuste: atividade física, consumo calórico total, consumo de álcool, cor da pele, idade, sexo, situação conjugal e tabagismo.

## Discussão

Os principais resultados deste estudo evidenciaram que a duração média do sono foi de 5h46min ( $\pm 0,56$ min) para os adolescentes do sexo masculino e, das adolescentes, foi 6h15min ( $\pm 0,56$ min). A maior duração de sono foi associada ao menor IMM em ambos os sexos e menores IMG e IMC, apenas em adolescentes do sexo masculino.

A duração do sono dos adolescentes deste estudo é considerada baixa em comparação às diretrizes da Fundação Nacional do Sono e da Academia Americana de Medicina do Sono (AASM) que preconizam que adolescentes precisam de 8 a 10 horas de sono por dia. No entanto, recentemente, a AASM e a Sociedade de Pesquisa do Sono (Estados Unidos) recomendaram o mínimo de sete horas de sono como o ideal para manter o desempenho escolar e saúde física e mental, mesmo com essa nova recomendação os adolescentes do presente estudo apresentarem uma hora a menos de sono do preconizado na literatura <sup>35</sup>.

A maioria dos adolescentes deste estudo, de ambos os sexos, estudam e não trabalham. Nessa etapa da vida, as causas para baixa duração do sono podem incluir, além dos processos fisiológicos, fatores externos, como atividades extracurriculares, alta carga de trabalhos de casa, uso noturno de telas e horários de início precoce das aulas escolares. As consequências da menor duração do sono motivada pelos fatores citados vão desde a falta de atenção, baixo desempenho acadêmico até aumento do risco de doenças cardiovasculares <sup>36</sup>.

Quanto à associação entre maior duração de sono e redução de IMM em ambos os sexos, resultados semelhantes foram encontrados na metanálise de Pourmotabbed et al. <sup>11</sup>, em que observaram que as mulheres com sono longo (> 8 horas por dia), bem como as com sono curto (6-8 horas por dia) apresentaram maior risco de sarcopenia (perda de massa e força musculares), enquanto, para os homens, somente a curta duração do sono foi associada à sarcopenia. Associações entre menor duração de sono e maior massa muscular foram encontradas por Carneiro-Berreira et al. <sup>16</sup>, ao avaliarem, por meio de acelerômetro, 187 espanhóis, de 18 a 25 anos, de ambos os sexos; e por Larsen et al. <sup>15</sup>, ao analisarem por meio de acelerômetro 1.202 europeus, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, apesar de discordarem nas associações entre outras variáveis.

Divergindo no que diz respeito ao sexo, Nam et al. <sup>1</sup>, ao estudarem 990 coreanos, de 12 a 18 anos de idade, verificaram associação direta entre duração de sono autorreferida e massa muscular, sendo que a menor duração do sono se associou a menor massa muscular no sexo masculino, mas não no sexo feminino. Mas, a literatura sobre essa temática é controversa, uma vez que parte dos estudos não encontraram associação entre duração de sono e massa muscular em estudos conduzidos com adolescentes <sup>4,10</sup>, crianças <sup>2,37</sup> ou adultos e idosos <sup>38</sup>.

Apesar dos resultados em relação ao IMM divergirem da hipótese inicial do estudo, uma possível explicação para o achado pode ser o fato de que a maior duração do sono está associada à sua maior fragmentação, ocasionando falha da função reguladora do sono, aumento da permanência na cama e, assim, maior inatividade muscular <sup>39</sup>. Pode-se destacar ainda a função do hormônio de crescimento humano semelhante à IGF-1, importante na síntese de massa muscular e liberado durante o sono NREM (movimento não rápido dos olhos) de ondas lentas. O pico da secreção do hormônio de crescimento ocorre no estágio mais profundo dessa fase do sono. Nesse sentido, a fragmentação do sono pode afetar negativamente os níveis de hormônio do crescimento humano <sup>40</sup> e provocar outras alterações hormonais, como a redução da secreção de testosterona <sup>41</sup> e o aumento da liberação de cortisol <sup>42</sup>, que também são mediadores importantes na definição da quantidade de tecido muscular. Portanto a maior fragmentação do sono, não identificada como tempo desperto pela acelerometria neste estudo, pode levar ao maior tempo de permanência na cama, repercutindo na diminuição progressiva do IMM nos adolescentes.

Foi observado também que o aumento da duração de sono associou-se à redução de IMG no sexo masculino. O estudo de Yang et al. <sup>13</sup> corrobora com os achados deste estudo, no qual avaliaram o sono por meio de questionário de 1.938 chineses, de 18 a 24 anos, e encontraram que aqueles que tinham duração de sono maior que 8 horas por dia tinham percentual de gordura corporal menor, em comparação aos que dormiam menos que 6 horas por dia. Grandes partes dos estudos verificaram relação entre a menor duração de sono e maior massa gorda em adolescentes <sup>14</sup>, bem como em estudos com crianças <sup>2,43</sup> e adultos e idosos <sup>15,44,45,46</sup>. Divergindo dos achados, estudo de Tan et al. <sup>17</sup> conduzido com 19.709 participantes de 45 a 75 anos na Suécia encontraram que os indivíduos que tinham oito ou mais horas de sono autorreferido por noite apresentaram maior massa gorda, em comparação aos que tinham 6 ou 7 horas de sono por noite.

A ausência de associação entre IMG e duração de sono nas adolescentes corrobora com o achado de Chen et al. <sup>44</sup>, que avaliaram 3.145 adultos chineses, no qual houve associação entre menor duração do sono autorreferida e maior IMG somente entre os homens.

Os mecanismos biológicos entre duração de sono e massa gorda ainda não são completamente conhecidos. No entanto a privação de sono pode alterar os níveis hormonais e causar desequilíbrio de grelina e leptina, que desempenham papéis importantes na fome e saciedade e, portanto, na manutenção da composição corporal <sup>1</sup>. Markwold et al. <sup>47</sup>, em estudo experimental, sugerem que o aumento da ingestão alimentar, após períodos de sono insuficiente, é uma adaptação fisiológica do organismo para manter a necessidade energética aumentada por conta da vigília adicional. No entanto, com a facilidade de acesso ao alimento, a ingestão pode ultrapassar o necessário. Além disso, a restrição de sono confere maior oportunidade para comer em outros horários que não pertenciam ao hábito alimentar dos indivíduos, e também pode ter a capacidade de influenciar a qualidade da dieta e aumentar a quantidade dos alimentos ingeridos e de calorias <sup>1</sup>. Quanto menos duração de sono o adolescente têm, pior é a qualidade do sono e maior é o desequilíbrio hormonal e, como consequência, os alimentos ingeridos são pobres em nutrientes e ricos em calorias <sup>48</sup>. Assim, a maior duração de sono pode exercer o efeito contrário à restrição de sono, consequentemente, diminuindo valores de IMG e IMC.

O aumento da duração do sono foi associado à redução do IMC no sexo masculino. O estudo de coorte prospectivo de Koolhaas et al. <sup>49</sup>, no qual avaliaram por acelerometria 1.031 indivíduos, de 45 a 91 anos, mostrou que a duração de sono mais longo foi associado com o menor IMC, corroborando com os achados deste estudo, apesar de ter sido com uma amostra de pessoas mais velhas. Estudos longitudinais divergem entre si quanto ao efeito da duração de sono sobre o IMC ao longo do tempo. Wang et al. <sup>50</sup> observaram em crianças que a maior duração de sono referida pelos pais foi associada ao menor IMC, mas não em adultos. Já Derks et al. <sup>10</sup> não encontraram evidências de que a curta duração do sono na infância avaliada por questionário seja indicativa de estar em uma trajetória de alterações da composição corporal (IMG, IMM e IMC), em comparação com o sono mais longo. A maioria

dos estudos encontrou que a menor duração de sono foi associada ao maior IMC em adolescentes <sup>1</sup>, crianças <sup>43,51</sup> e adultos e idosos <sup>46,52</sup>, condizendo com a associação em forma de U na relação entre duração do sono e IMC <sup>19</sup>.

Os resultados são contraditórios devido à utilização de vários métodos para avaliar a duração do sono entre os estudos, os quais variaram entre questionários <sup>1,10,12,13,17,44,50</sup> e acelerômetro <sup>15,16,49</sup>. Outro ponto que dificulta a comparação é a condução dos estudos publicados em diferentes faixas etárias, sendo poucos desenvolvidos com adolescentes <sup>1,2,4,14,50</sup>. Além disso, há a utilização de diferentes variáveis para ajuste nos modelos de análise, a exemplo do estudo de Tan et al. <sup>17</sup>, que utilizaram sexo, idade, tabagismo, consumo de álcool e prática de atividade física; e o de Nam et al. <sup>1</sup>, que usaram as mesmas variáveis de Tan et al. <sup>17</sup>, além de consumo diário de calorias e gordura; e o estudo de Yang et al. <sup>13</sup>, que ajustaram para controle da dieta, obesidade materna e duração de sono. Neste trabalho, optou-se por adotar um modelo teórico para seleção de variáveis de ajuste a fim de evitar ajustes desnecessários, associações espúrias e erros de estimativas <sup>33</sup>.

Além disso, a associação entre duração do sono e obesidade não é consistente em homens e mulheres, pois alguns estudos relataram esse achado apenas em homens <sup>1,44,51</sup>. Os dados deste estudo são consistentes com esse resultado, sugerindo que o sono pode ter maior impacto na composição corporal em adolescentes do sexo masculino. Assim, esses adolescentes seriam mais sensíveis aos estressores externos e pequenas alterações no sono poderiam ter a capacidade de alterar o IMC e IMC. Além disso, fatores hormonais também podem contribuir nessas diferenças, uma vez que os adolescentes têm mais IGF-1, o que poderia explicar a maior redução de obesidade <sup>1</sup>.

Este estudo apresentou algumas limitações. Primeiro, há possibilidade de viés de seleção, uma vez que nem todos os adolescentes pertencentes à coorte foram avaliados e a amostra analisada diferiu quanto à distribuição por idade, sexo, escolaridade, classe socioeconômica e prática de atividade física de lazer. Dessa forma, esses dados não são representativos de toda a população. Outra potencial limitação é o viés de informação, ao responderem sobre a prática de atividade física, tabagismo, consumo calórico e de bebidas alcólicas. Para minimizar o viés de informação, os entrevistadores foram treinados quanto à adequada aplicação dos questionários validados. Adicionalmente, o delineamento transversal do estudo favorece a ocorrência do viés de causalidade reversa, uma vez que não permite determinar a temporalidade entre as características do sono e a composição corporal dos adolescentes. Além disso, os resultados deste estudo foram comparados aos de outros, que empregaram métodos subjetivos para avaliação da duração de sono e diferentes métodos de avaliação de massa muscular e massa gorda, o que pode gerar discordância entre os resultados dos diferentes estudos. Incluímos, ainda, a limitação do estudo referente à não diferenciação de dia de semana e fim de semana ou férias nas análises do acelerômetro, aumentando a possibilidade de divergir nos resultados, uma vez que o padrão de sono do fim de semana e férias pode diferir dos dias de semana e período laboral.

Como ponto forte do estudo, pode-se destacar o uso do acelerômetro, que se configura como um método confiável e prático para mensurar a duração de sono de adolescentes. Destaca-se que algumas técnicas vêm sendo aplicadas para avaliar a duração do sono em adolescentes, sendo a polissonografia o método considerado “padrão ouro” <sup>53</sup>. No entanto questões como a avaliação de somente uma ou duas noites de sono, alto custo e inviabilidade para estudos populacionais são fatores limitantes para seu uso. A técnica mais comumente utilizada são questionários autorreferidos, porém o viés de memória e o viés do entrevistador são limitantes para seu uso na avaliação acurada do sono <sup>45</sup>. Assim, o método de actigrafia vem se mostrando cada vez mais relevante para a avaliação do sono em estudos populacionais <sup>53</sup>.

Além disso, utilizou-se a pletismografia por deslocamento de ar e a absorciometria radiológica de dupla energia para mensurar a massa gorda e massa muscular dos adolescentes, que são considerados métodos acurados para determinar os compartimentos corporais.

## Conclusões

Os achados deste estudo indicam que a maior duração de sono se associou a menor IMM em ambos os sexos, e a menores IMG e IMC em adolescentes do sexo masculino. Assim, promover a duração adequada do sono, por meio de estratégias como estabelecimento de uma rotina para o horário de deitar e levantar, evitar o uso de aparelhos eletrônicos durante a noite e, se possível, manter o ambiente de dormir com temperatura mais baixa que os demais espaços da casa e com pouca ou nenhuma luminosidade, poderá estimular a redução de riscos relacionados à saúde, como a obesidade.

## Colaboradores

K. G. F. P. Santana contribuiu com a concepção e planejamento do estudo, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito. S. C. Confortin contribuiu com o planejamento do estudo, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito. M. L. B. M. Bragança contribuiu com a análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito. R. F. L. Batista contribuiu com o planejamento do estudo e revisão crítica do manuscrito. I. S. Santos contribuiu com a interpretação dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito. A. A. M. Silva contribuiu com a concepção e planejamento do estudo, interpretação dos dados e revisão crítica do manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada.

## Informações adicionais

ORCID: Karen das Graças Ferreira Passos Santana (0000-0001-9001-3478); Susana Cararo Confortin (0000-0001-5159-4062); Maylla Luanna Barbosa Martins Bragança (0000-0002-6402-3899); Rosângela Fernandes Lucena Batista (0000-0002-1529-0165); Iná da Silva dos Santos (0000-0003-1258-9249); Antônio Augusto Moura da Silva (0000-0003-4968-5138).

## Conflito de interesses

Os autores declaram não ter conflito de interesses.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Maranhão, que conduziu o estudo *Coorte de Nascimentos de São Luís, 1997/1998*, e ao Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro.

## Referências

- Nam GE, Han K, Kim DH, Lee JH, Seo WH. Sleep duration is associated with body fat and muscle mass and waist-to-height ratio beyond conventional obesity parameters in Korean adolescent boys. *J Sleep Res* 2017; 26:444-52.
- Álvarez C, Lucia A, Ramírez-Campillo R, Martínez-Salazar C, Delgado-Floody P, Cadore EL, et al. Low sleep time is associated with higher levels of blood pressure and fat mass in Amerindian schoolchildren. *Am J Hum Biol* 2019; 31:e23303.
- Alam N, Singh K, Tyagi R. Sleep deprivation and its correlation with obesity. *Natl J Physiol Pharm Pharmacol* 2020; 11:74-7.
- Mi SJ, Kelly NR, Brychta RJ, Grammer AC, Jaramillo M, Chen KY, et al. Associations of sleep patterns with metabolic syndrome indices, body composition, and energy intake in children and adolescents. *Pediatr Obes* 2019; 14:e12507.
- Kessler K, Pivovarova-Ramich O. Meal timing, aging, and metabolic health. *Int J Mol Sci* 2019; 20:1911.
- Garfield V. The association between body mass index (BMI) and sleep duration: where are we after nearly two decades of epidemiological research? *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16:4327.
- Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *J Investig Med* 2018; 66:887-95.
- Lipina C, Hundal HS. Lipid modulation of skeletal muscle mass and function. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2017; 8:190-201.
- Chen Y, Cui Y, Chen S, Wu Z. Relationship between sleep and muscle strength among Chinese university students: a cross-sectional study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2017; 17:327-33.
- Derks IPM, Gillespie AN, Kerr JA, Wake M, Jansen PW. Associations of infant sleep duration with body composition and cardiovascular health to mid-adolescence: the PEAS Kids Growth Study. *Child Obes* 2019; 15:379-86.
- Pourmotabbed A, Ghaedi E, Babaei A, Mohammadi H, Khazaie H, Jalili C, et al. Sleep duration and sarcopenia risk: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Sleep Breath* 2020; 24:1267-78.
- Kim RH, Kim KI, Kim JH, Park YS. Association between sleep duration and body composition measures in Korean adults: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2010. *Korean J Fam Med* 2018; 39:219-24.
- Yang Y, Miao Q, Zhu X, Qin L, Gong W, Zhang S, et al. Sleeping time, BMI, and body fat in Chinese freshmen and their interrelation. *Obes Facts* 2020; 13:179-90.
- Park HK, Kim J, Shim YS. Association between sleep duration and body composition in girls ten to eighteen years of age: a population-based study. *Child Obes* 2020; 16:281-90.
- Larsen SC, Horgan G, Mikkelsen MLK, Palmeira AL, Scott S, Duarte C, et al. Association between objectively measured sleep duration, adiposity and weight loss history. *Int J Obes* 2020; 44:1577-85.
- Carneiro-Barrera A, Amaro-Gahete FJ, Acosta FM, Ruiz JR. Body composition impact on sleep in young adults: the mediating role of sedentariness, physical activity, and diet. *J Clin Med* 2020; 9:1560.
- Tan X, Titova OE, Lindberg E, Elmstahl S, Lind L, Schiöth HB, et al. Association between self-reported sleep duration and body composition in middle-aged and older adults. *J Clin Sleep Med* 2019; 15:431-5.
- Wang J, Kwok MK, Au Yeung SL, Li AM, Lam HS, Leung JYY, et al. Sleep duration and risk of diabetes: observational and Mendelian randomization studies. *Prev Med (Baltim)* 2019; 119:24-30.
- Taheri S, Lin L, Austin D, Young T, Mignot E. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Med* 2004; 1:e62.
- Confortin SC, Ribeiro MRC, Barros AJD, Menezes AMB, Horta BL, Victora CG, et al. RPS Brazilian Birth Cohorts Consortium (Ribeirão Preto, Pelotas and São Luís): history, objectives and methods. *Cad Saúde Pública* 2021; 37:e00093320.
- Simões VMF, Batista RFL, Alves MTSSB, Ribeiro CCC, Thomaz EBAF, Carvalho CA, et al. Saúde dos adolescentes da coorte de nascimentos de São Luís, Maranhão, Brasil, 1997/1998. *Cad Saúde Pública* 2020; 36:e00164519.
- Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB, et al. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:796-803.
- VanItallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1990; 52:953-9.
- Smith MT, McCrae CS, Cheung J, Martin JL, Harrod CG, Heald JL, et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders. *J Clin Sleep Med* 2018; 14:1209-30.
- van Hees VT, Sabia S, Jones SE, Wood AR, Anderson KN, Kivimäki M, et al. Estimating sleep parameters using an accelerometer without sleep diary. *Sci Rep* 2018; 8:12975.
- van Hees VT, Sabia S, Anderson KN, Denton SJ, Oliver J, Catt M, et al. A novel, open access method to assess sleep duration using a wrist-worn accelerometer. *PLoS One* 2015; 10:e0142533.
- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério Brasil e alterações na aplicação do Critério Brasil, válidas a partir de 16/04/2018. <http://www.abep.org/criterio-brasil> (acessado em 01/Jun/2018).

28. Moretti-Pires RO, Corradi-Webster CM. Adaptação e validação do *Alcohol Use Disorder Identification Test* (AUDIT) para população ribeirinha do interior da Amazônia, Brasil. *Cad Saúde Pública* 2011; 27:497-509.
29. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR, Montoye HJ, Sallis JF, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25:71-80.
30. Sallis JF, Strikmiller PK, Harsha DW, Feldman HA, Ehlinger S, Stone EJ, et al. Validation of interviewer- and self-administered physical activity checklists for fifth grade students. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28:840-51.
31. Bogue EG, França AKTC, Bragança MLBM, Vaz JS, Assunção MC, Barbieri MA, et al. Relative validity of a food frequency questionnaire for adolescents from a capital in the North-eastern region of Brazil. *Braz J Med Biol Res* 2021; 54:e9991.
32. Amorim P. Mini International Neuropsychiatric Interview (MINI): validation of a short structured diagnostic psychiatric interview. *Rev Bras Psiquiatr* 2000; 22:106-15.
33. Cortes TR, Faerstein E, Struchiner CJ. Utilização de diagramas causais em epidemiologia: um exemplo de aplicação em situação de confusão. *Cad Saúde Pública* 2016; 32:e00103115.
34. Confortin SC, Batista RFL, Barbosa AR, Wendt A, Silva ICM, Alves MTSSB, et al. Is sleep time associated with handgrip strength in adolescents from the 1997/1998 São Luís Birth Cohort? *Ciênc Saúde Colet* 2021; [Ahead of print].
35. Paruthi S, Brooks LJ, D'Ambrosio C, Hall WA, Kotagal S, Lloyd RM, et al. Consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine on the recommended amount of sleep for healthy children: methodology and discussion. *J Clin Sleep Med* 2016; 12:1549-61.
36. Owens JA, Weiss MR. Insufficient sleep in adolescents: causes and consequences. *Minerva Pediatr* 2017; 69:326-36.
37. Butte NF, Puyau MR, Wilson TA, Liu Y, Wong WW, Adolph AL, et al. Role of physical activity and sleep duration in growth and body composition of preschool-aged children. *Obesity (Silver Spring)* 2016; 24:1328-35.
38. Piovezan RD, Hirotsu C, Moizinho R, de Sá Souza H, D'Almeida V, Tufik S, et al. Associations between sleep conditions and body composition states: results of the EPISONO study. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2019; 10:962-73.
39. Grandner MA, Hale L, Moore M, Patel NP. Mortality associated with short sleep duration: the evidence, the possible mechanisms, and the future. *Sleep Med Rev* 2010; 14:191-203.
40. Fernandes RMF. O sono normal. *Medicina (Ribeirão Preto)* 2006; 39:157-68.
41. Balbo M, Leproult R, Van Cauter E. Impact of sleep and its disturbances on hypothalamo-pituitary-adrenal axis activity. *Int J Endocrinol* 2010; 2010:759234.
42. Von Treuer K, Norman TR, Armstrong SM. Overnight human plasma melatonin, cortisol, prolactin, TSH, under conditions of normal sleep, sleep deprivation, and sleep recovery. *J Pineal Res* 1996; 20:7-14.
43. Wyszynska J, Matłoz P, Szybisty A, Dereń K, Mazur A, Herbert J. The association of actigraphic sleep measures and physical activity with excess weight and adiposity in kindergarteners. *Sci Rep* 2021; 11:2298.
44. Chen M, Zhang X, Liang Y, Xue H, Gong Y, Xiong J, et al. Associations between nocturnal sleep duration, midday nap duration and body composition among adults in Southwest China. *PLoS One* 2019; 14:e0223665.
45. Wirth MD, Hébert JR, Hand GA, Youngstedt SD, Hurley TG, Shook RP, et al. Association between actigraphic sleep metrics and body composition. *Ann Epidemiol* 2015; 25:773-8.
46. Ogilvie RP, Bazzano LA, Gustat J, Harville EW, Chen W, Patel SR. Sex and race differences in the association between sleep duration and adiposity: the Bogalusa Heart Study. *Sleep Health* 2019; 5:84-90.
47. Markwald RR, Melanson EL, Smith MR, Higgins J, Perreault L, Eckel RH, et al. Impact of insufficient sleep on total daily energy expenditure, food intake, and weight gain. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2013; 110:5695-700.
48. Okoli A, Hanlon EC, Brady MJ. The relationship between sleep, obesity, and metabolic health in adolescents: a review. *Curr Opin Endocr Metab Res* 2021; 17:15-9.
49. Koolhaas CM, Kocevská D, Te Lindert BHW, Erler NS, Franco OH, Luik AI, et al. Objectively measured sleep and body mass index: a prospective bidirectional study in middle-aged and older adults. *Sleep Med* 2019; 57:43-50.
50. Wang J, Li AM, Lam HSHS, Leung GM, Schooling CM. Sleep duration and adiposity in children and adults: observational and Mendelian randomization studies. *Obesity (Silver Springs)* 2019; 27:1013-22.
51. Spruyt K, Alaribe CU, Nwabara OU. Associations between changes in sleep and body composition in African American children. *Sleep Med Disord* 2018; 2:69-76.
52. Sokol RL, Grummon AH, Lytle LA. Sleep duration and body mass: direction of the associations from adolescence to young adulthood. *Int J Obes* 2020; 44:852-6.
53. Marino M, Li Y, Rueschman MN, Winkelman JW, Ellenbogen JM, Solet JM, et al. Measuring sleep: accuracy, sensitivity, and specificity of wrist actigraphy compared to polysomnography. *Sleep* 2013; 36:1747-55.

## Abstract

The study aimed to assess the association between sleep duration and body composition in adolescents. A cross-sectional study was performed with 1,269 adolescents from the 1997/1998 birth cohort in São Luís, Maranhão State, Brazil, 18 and 19 years of age. Sleep duration was assessed with accelerometry data. Body composition was assessed with fat mass index (FMI), lean mass index (LMI), and body mass index (BMI). Confounding factors were identified in a directed acyclic graph in DAGitty 3.0. Descriptive analyses were performed for all variables, followed by linear regression, with estimation of crude and adjusted regression coefficient with respective 95% confidence intervals (95%CI). In adolescent boys, each additional hour of sleep was associated with reductions of 0.30kg/m<sup>2</sup> in LMI (95%CI: -0.45; -0.15), 0.26kg/m<sup>2</sup> in FMI (95%CI: -0.48; -0.03), and 0.61kg/m<sup>2</sup> in BMI (95%CI: -0.93; -0.30). In adolescent girls, each additional hour of sleep was associated with a reduction of 0.22kg/m<sup>2</sup> in LMI (95%CI: -0.36; -0.07). Longer duration of sleep was associated with lower LMI in both sexes and lower FMI and BMI in boys, evidencing the importance of adequate hours of sleep for improving body composition indices.

Adolescence; Sleep; Body Mass Index; Adiposity

## Resumen

El objetivo fue evaluar la asociación entre duración del sueño y composición corporal en adolescentes. Estudio transversal, con 1.269 adolescentes de 18 y 19 años de la cohorte de nacimientos de 1997/1998 de São Luís, Maranhão, Brasil. La duración del sueño se evaluó a partir de los datos registrados por acelerometría. La composición corporal se evaluó por el índice de masa grasa (IMG), índice de masa muscular (IMM) e índice de masa corporal (IMC). Los factores de confusión se identificaron en un gráfico acíclico dirigido en el programa DAGitty 3.0. Se realizaron análisis descriptivos para todas las variables y, posteriormente, regresión lineal, con estimación de los coeficientes de regresión brutos y ajustados, con los respectivos intervalos de 95% de confianza (IC95%). En los adolescentes del sexo masculino, cada hora más de sueño se asoció con reducciones de 0,30kg/m<sup>2</sup> del IMM (IC95%: -0,45; -0,15), de 0,26kg/m<sup>2</sup> del IMG (IC95%: -0,48; -0,03) y 0,61kg/m<sup>2</sup> del IMC (IC95%: -0,93; -0,30). En las adolescentes, cada hora más de sueño se asoció a la reducción de 0,22kg/m<sup>2</sup> del IMM (IC95%: -0,36; -0,07). La mayor duración del sueño se asoció a un menor IMM en ambos sexos y menor IMG e IMC en el sexo masculino, lo que evidencia la importancia de tener adecuadas horas de sueño para mejorar los índices de composición corporal.

Adolescencia; Sueño; Índice de Masa Corporal; Adiposidad

Recebido em 24/Mar/2021

Versão final reapresentada em 10/Ago/2021

Aprovado em 03/Set/2021