

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA



Tese de doutorado

Duração do sono e gordura corporal na adolescência

Antônio Augusto Schäfer

Pelotas, 2016

ANTÔNIO AUGUSTO SCHÄFER

Duração do sono e gordura corporal na adolescência

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia junto à Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Epidemiologia.

Orientadora: Maria Cecília Formoso Assunção

Coorientador: Marlos Rodrigues Domingues

Coorientador: Darren Lawrence Dahly

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S291d Schäfer, Antônio Augusto

Duração do sono e gordura corporal na adolescência /
Antônio Augusto Schäfer ; Maria Cecília Formoso Assunção,
orientadora ; Marlos Rodrigues Domingues, Darren
Lawrence Dahly, coorientadores. — Pelotas, 2016.

176 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em
Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade
Federal de Pelotas, 2016.

1. Epidemiologia. 2. Obesidade. 3. Composição
corporal. 4. Adolescência. 5. Sono. I. Assunção, Maria
Cecília Formoso, orient. II. Domingues, Marlos Rodrigues,
coorient. III. Dahly, Darren Lawrence, coorient. IV. Título.

CDD : 614.4

Banca Examinadora

Prof^a. Dra. Silvana Paiva Orlandi
Doutora em Epidemiologia
Universidade Federal de Pelotas
Revisor externo

Prof^a. Dra. Anaclaudia Gastal Fassa
Doutora em Epidemiologia
Universidade Federal de Pelotas
Revisor interno

Prof. Dr. Pedro Rodrigues Curi Hallal
Doutor em Epidemiologia
Universidade Federal de Pelotas
Revisor interno

Prof^a. Dra. Maria Cecília Formoso Assunção
Doutora em Epidemiologia
Universidade Federal de Pelotas
Orientadora

Prof. Dr. Marlos Rodrigues Domingues
Doutor em Epidemiologia
Universidade Federal de Pelotas
Coorientador

A minha família.

Agradecimentos

A Deus, por ter me dado uma família ímpar e todas as oportunidades de crescimentos pessoal e profissional.

Aos meus pais, Anita e Edgar, que nunca mediram esforços para educar os seus filhos e os tornarem pessoas corretas, humanas e do bem. Mesmo morando no interior de um município com sete mil habitantes, vocês jamais tiveram dúvidas da importância do conhecimento. Sei o quanto é difícil e doloroso sair de casa, e deixar o filho sair de casa, aos 14 anos, mas quando se valoriza a educação, não há barreiras intransponíveis. Sempre terei orgulho, admiração e gratidão. Muito obrigado por tudo!

Aos meus irmãos, Alex, Alan e Aline, pelo incentivo e apoio incondicional durante todos esses anos de formação e, muito além disso, pelos exemplos de pessoas que vocês são.

Ao meu amor, Fernanda, pelo companheirismo, apoio e parceria. Juntos desde a graduação, muitos nos chamam de loucos, mas sempre fizemos tudo juntos com muita alegria, compreensão e ajuda. Tenho dúvidas se estaria escrevendo esses agradecimentos se não tivesse tu ao meu lado em todos os momentos. Que assim possamos seguir caminhando lado a lado!

À professora que sempre foi um exemplo de profissional e de pessoa. Muito obrigado, Cecília, por todos esses anos de ensinamentos, oportunidades e auxílio. Tenho muito orgulho de ter sido orientando da senhora na graduação, no mestrado e no doutorado. Espero que eu possa ser um professor semelhante à senhora.

Aos meus coorientadores, Marlos e Darren, pela disponibilidade de sempre e pelas grandes ideias e colaborações nas diferentes etapas da tese.

Aos professores, por todos os ensinamentos ao longo do doutorado.

Aos grandes amigos que sempre compreenderam os momentos de ausência e foram grandes incentivadores para seguir em frente.

A todos os colegas com os quais convivi e trabalhei durante esses quatro anos. O trabalho de campo e as disciplinas poderiam ter sido muito mais pesados se não fosse a participação ativa e alegre de cada um de vocês.

Aos profissionais de todas as áreas, que participaram dos diferentes acompanhamentos da coorte e propiciaram a realização desses grandiosos estudos.

A cada um dos brasileiros que possibilitam estudarmos em instituições e programas pós-graduação de tamanha qualidade. Espero sempre poder retribuir com o conhecimento adquirido durante esses 10 anos de vida acadêmica.

Resumo

SCHÄFER, Antônio Augusto. **Duração do sono e gordura corporal na adolescência**. 2016. 176f. Tese (Doutorado em Epidemiologia) – Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, 2016.

A influência do sono na composição corporal tem ganhado destaque na literatura nos últimos anos, porém os resultados dos estudos ainda são conflitantes e inconclusivos, especialmente, aqueles realizados com adolescentes. Assim, a presente tese teve como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre a relação entre a duração do sono e composição corporal, sobrepeso e/ou obesidade de adolescentes, investigar os fatores associados com a duração do sono na adolescência e, por fim, avaliar a associação entre as trajetórias da duração do sono dos 11 aos 18 anos e a composição corporal aos 18 anos. Foram utilizados dados dos indivíduos pertencentes à Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas, Brasil. Aos 18 anos de idade, foram localizados 4563 adolescentes; desses, 4106 foram entrevistados (taxa de acompanhamento de 81,3%). Foram incluídos nas análises, 4085 e 3974 adolescentes com dados completos de duração do sono e de composição corporal aos 18 anos de idade, respectivamente. A duração do sono foi avaliada através de questões sobre o horário que os adolescentes costumavam dormir e acordar em dias da semana. Já a composição corporal foi mensurada através de pletismografia por deslocamento de ar (BOD POD®), avaliando massa gorda e massa livre de gordura. Em ambos os artigos originais, foram realizadas análises brutas e ajustadas utilizando regressão linear. Observou-se que a maior duração do sono aos 18 anos esteve associada a variáveis perinatais (menor escolaridade materna, menor renda familiar, cor da pele negra, baixo peso ao nascer) e coletadas aos 18 anos (não estar estudando, menor escolaridade do adolescente, menor renda familiar, ausência de depressão e maior tempo de tela). Em relação à influência da trajetória da duração do sono na composição corporal dos adolescentes, observou-se que as meninas que passaram a ter duração adequada do sono dos 11 para os 18 anos apresentaram aumento dos índices de massa corporal, massa magra e massa livre de gordura, comparadas àquelas que sempre tiveram uma adequada duração do sono. Esses resultados sugerem que aspectos sociodemográficos desempenham importante papel na duração do sono dos adolescentes. Além disso, destacam diferenças da influência da duração do sono na composição corporal de acordo com o sexo.

Palavras-chave: duração do sono; obesidade; composição corporal; adolescência; estudos longitudinais.

Abstract

SCHÄFER, Antônio Augusto. **Sleep duration and fat mass during adolescence**. 2016. 176f. Thesis (Doctoral Thesis) – Postgraduate Program in Epidemiology. Federal University of Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, 2016.

In the last years the influence of sleep duration on body composition has been widely studied. However, the findings are still inconclusive, especially those including adolescents. Thus, the aim of the present thesis was to conduct a systematic review on the influence of sleep duration on body composition, overweight and/or obesity in adolescents, to investigate factors associated with sleep duration in adolescence, and to assess the association between sleep duration trajectories from 11 to 18 years of age and body composition at 18 years. The study was conducted using data from the 1993 Pelotas Birth Cohort, in Brazil. At the age of 18, 4563 adolescents were located. Of these, 4106 were interviewed (follow-up rate 81.3%). In the analysis, 4085 and 3974 adolescents were included with complete data on sleep duration and body composition, respectively. Sleep duration was assessed by asking the adolescents the time they usually fall asleep and wake up on weekdays. Body composition (fat mass and fat-free mass) was obtained by air displacement plethysmography (BOD POD®). In both original papers we performed crude and adjusted analyzes using Linear Regression. We observed that longer sleep duration at 18 years of age was associated with perinatal variables (low maternal schooling, low family income, maternal black skin colour, and low birth weight) and those collected at 18-year follow-up (being out of school, low school achievement, low family income, absence of depressive symptoms, and high screen time). Regarding the influence of sleep duration trajectories on adolescent body composition, we found association among girls only. Girls who improved their sleep duration from 11 to 18 years of age showed an increase in body mass, fat mass, and fat-free mass indices compared to those who always had adequate sleep duration. These results suggest that social and demographic variables may play an important role in determining adolescents sleep duration. Also, they show gender differences in the relationship between sleep duration and body composition.

Keywords: sleep duration; obesity; body composition; adolescence; longitudinal studies.

Sumário

Apresentação	9
PROJETO DE PESQUISA	10
1. Introdução	15
2. Revisão da literatura	16
2.1. Associação entre duração do sono e composição corporal.....	19
2.2. Associação entre duração do sono e obesidade	38
2.3. Associação entre duração do sono e sobrepeso	48
2.4. Fatores de confusão utilizados nos estudos avaliados	49
3. Marco Teórico	51
3.1. Composição Corporal Humana (CCH).....	51
3.1.1. Principais métodos de avaliação da CCH.....	53
3.2. Gordura Corporal	55
3.2.1. Determinando a GC.....	56
3.3. Obesidade	57
3.3.1. Fatores associados à obesidade.....	58
3.4. Duração do sono	62
4 Modelo conceitual	67
5 Justificativa.....	69
6 Objetivos	70
6.1. Objetivo Geral.....	70
6.2. Objetivos Específicos.....	70
7 Hipóteses	70
8 Metodologia.....	71
8.1. Delineamento.....	71
8.2. Metodologia da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas/RS	72
8.3. População alvo do estudo.....	73
8.4. Critérios de inclusão	73
8.5. Critérios de exclusão	73
8.6. Instrumentos	73
8.6.1. Instrumento para coleta do desfecho	73
8.6.2. Instrumento para coleta da exposição.....	75
8.7. Principais variáveis a serem estudadas.....	76

8.7.1. Variável dependente.....	76
8.7.2. Variáveis independentes	76
8.8. Cálculo do poder estatístico do estudo	77
8.9. Seleção e treinamento de entrevistadores.....	78
8.10. Logística e coleta de dados	78
8.11. Estudo piloto	79
9 Supervisão e controle de qualidade	80
10Processamento dos dados.....	80
11Análise dos dados.....	80
12Material	81
13Aspectos éticos	81
14Cronograma	82
15Divulgação dos resultados	82
16Orçamento e financiamento	83
17Limitações do estudo	83
18Referências bibliográficas	84
Anexo	94
Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos 18 anos	94
MODIFICAÇÕES DO PROJETO	96
RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO	98
1 História breve da Coorte de Nascimentos de 1993: acompanhamentos de 1993 a 2008	100
2 Acompanhamento dos 18 anos (2011-12)	100
2.1 Atividades anteriores ao início do trabalho de campo	100
3 Estudo piloto.....	107
4 Início do trabalho de campo	107
4.1 Logística da C93 na Clínica do CPE	108
5 Instrumentos de pesquisa	110
6 Manuais de instruções	110
7 Estratégias de busca de adolescentes durante o trabalho de campo	111
7.1 Rastreamento de endereços não encontrados.....	111
7.2 Divulgação na imprensa local e em redes sociais	111
7.3 Visitas domiciliares/Unidade Móvel (Van)	112
7.4 Ajuda de custo para as entrevistas domiciliares.....	112

7.5 Entrevista na Fundação de Atendimento Socioeducativo (FASE)	113
7.6 Conduta com as gestantes e “possíveis grávidas”	113
7.7 Informações espontâneas obtidas durante o campo	113
8 Controle das entrevistas/exames	113
9 Controle de qualidade do trabalho	113
9.1 Entrevistas	114
9.2 Equipamentos e medidas corporais	114
10 Banco de dados	114
11 Reversão de recusas	116
12 Outras cidades	117
13 Aspectos financeiros	117
14 Questões éticas	117
15 Percentuais de localização, perdas e recusas	118
ARTIGOS	119
NOTA PARA IMPRENSA	174

Apresentação

A presente tese apresenta o material produzido no período de 2012 a 2016 sobre o tema “Duração do sono e gordura corporal na adolescência”.

Primeiramente, encontra-se a versão final do projeto de pesquisa, já incluindo as sugestões da banca examinadora, seguido da descrição das modificações que foram realizadas no projeto.

Posteriormente, é apresentada uma versão reduzida do relatório de trabalho de campo referente ao acompanhamento realizado aos 18 anos de idade da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas-RS, sendo destacadas as informações relevantes para esta tese.

Na sequência, são apresentados os três artigos que compõem esta tese. O primeiro, intitulado “Sleep duration and body composition in adolescence: a systematic review”, refere-se a uma revisão sistemática que objetivou revisar a literatura sobre a influência da duração do sono na ocorrência de sobrepeso/obesidade e na composição corporal na adolescência. Este manuscrito será submetido aos Cadernos de Saúde Pública, após as considerações da banca. O segundo artigo intitulado “Correlates of self-reported weekday sleep duration in adolescents: the 18-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study” é um artigo original que investiga os fatores associados à duração do sono na adolescência, estando aceito no periódico *Sleep Medicine*. E o terceiro, “Sleep duration trajectories and body composition in adolescents: prospective birth cohort study”, trata-se de um artigo original que objetivou estimar a associação entre as trajetórias da duração do sono dos 11 aos 18 anos e a composição corporal aos 18 anos de idade. O mesmo foi submetido ao periódico Plos One.

Finalmente, é apresentada uma nota à imprensa destacando os principais resultados do estudo, a qual será divulgada através dos meios de comunicação.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA



DURAÇÃO DO SONO E GORDURA CORPORAL NA ADOLESCÊNCIA: ESTUDO PROSPECTIVO

Projeto de Pesquisa

Doutorando: Antônio Augusto Schäfer

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Cecília Formoso Assunção

Coorientador: Prof. Dr. Marlos Rodrigues Domingues

Pelotas - RS

2014

RESUMO

A obesidade é definida como acúmulo excessivo ou anormal de gordura corporal ou de tecido adiposo e está associada a diversas outras comorbidades. A composição corporal de um indivíduo reflete o acúmulo de nutrientes adquiridos e retidos pelo corpo ao longo do tempo. Seus componentes variam de elementos a tecidos e órgãos, formando conjuntos que dão massa, forma e funções para todos os seres vivos. A adolescência é um período de muitas mudanças físicas e comportamentais. A quantidade de gordura acumulada no corpo de um jovem depende de muitos aspectos, os quais compreendem desde fatores genéticos até fatores ambientais e comportamentais. Os riscos de morbimortalidade associados à massa magra e à massa gorda são distintos. Dessa forma, cada vez mais tem sido investigada a forma como a gordura é distribuída no corpo dos seres humanos, uma vez que a sua localização confere diferentes tipos de riscos à saúde. Particularmente nas últimas décadas, evidências epidemiológicas vêm sendo acumuladas associando a duração do sono à obesidade e/ou composição corporal, isso porque se tem observado um aumento constante na prevalência de sobrepeso e/ou obesidade ao mesmo tempo em que se assiste a uma redução contínua na duração do sono na sociedade moderna. O sono, assim como a dieta e a atividade física, desempenha um papel-chave no crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde, uma vez que participa da regulação dos processos de aprendizagem, do desenvolvimento cerebral, da restauração somática e de diferentes padrões endócrinos. A coorte de nascimentos de 1993 da cidade de Pelotas/RS possui informações sobre a duração do sono dos jovens aos 11 e aos 18 anos de idade, e de composição corporal aos 18 anos. Dessa forma, esse projeto pretende contribuir com o conhecimento atual sobre a duração do sono e composição corporal na adolescência.

TÍTULO DOS ARTIGOS DA TESE

1 - Duração do sono e composição corporal na adolescência (artigo de revisão)

2 - Descrição dos padrões de sono de adolescentes da Coorte de Nascimentos de 1993 aos 11 e 18 anos de idade (artigo original)

3 - Duração do sono aos 11 anos e composição corporal em adolescentes da Coorte de Nascimentos de 1993 avaliados aos 18 anos de idade (artigo original)

DEFINIÇÃO DE TERMOS E ABREVIATURAS

IMC	Índice de Massa Corporal
GC	Gordura Corporal
CCH	Composição Corporal Humana
DXA	Absorciometria por dupla emissão de raios-x
% GC	Percentual de Gordura Corporal
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
QFA	Questionário de Frequência Alimentar

1. Introdução

A obesidade é definida como acúmulo excessivo ou anormal de gordura corporal (GC) ou de tecido adiposo, estando associada a diversas outras comorbidades e apresentando prevalência crescente em todo o mundo, inclusive em países onde a subnutrição ainda persiste (WHO 2000).

A obesidade é tradicionalmente definida a partir do índice de massa corporal (IMC). O IMC tem se mostrado um forte preditor de mortalidade geral, especialmente fora do intervalo ideal de 22,5 a 25 kg/m² (Whitlock, Lewington et al. 2009). Apesar de estudos longitudinais sugerirem que a obesidade é um preditor importante de doenças cardiovasculares, há também evidências de ausência de associação ou, ainda, de uma associação inversa, caracterizando o chamado “paradoxo da obesidade” (Romero-Corral, Montori et al. 2006; Coutinho, Goel et al. 2011). Isso acontece porque o IMC reflete tanto a massa gorda quanto a massa magra, sendo um índice inadequado para estudar a distribuição da GC (Despres 2011).

Componentes específicos da composição corporal, como a massa magra, densidade mineral óssea, massa gorda e água corporal total, têm sido cada vez mais descritos. Porém, a gordura corporal vem merecendo destaque, visto que seu excesso é um importante fator de risco para a saúde. O interesse das pesquisas vai além do enfoque nos valores extremos de gordura corporal, cada vez mais tem sido investigada a forma como a gordura é distribuída no corpo dos seres humanos, uma vez que a sua localização confere diferentes tipos de riscos à saúde (Vega, Adams-Huet et al. 2006; Reis, Macera et al. 2009).

Particularmente nas últimas décadas, evidências epidemiológicas vêm sendo acumuladas associando a duração do sono à obesidade e/ou composição corporal (Gupta, Mueller et al. 2002; Wells, Hallal et al. 2008; Seegers, Petit et al. 2011; Silva, Goodwin et al. 2011), isso porque se tem observado um aumento constante na prevalência de sobrepeso e/ou obesidade ao mesmo tempo em que se assiste a uma redução contínua na duração do sono na sociedade moderna (Chamorro, Duran et al. 2011). Dessa forma, pretende-se realizar um estudo epidemiológico para avaliar a associação entre a duração do sono no início da adolescência e GC aos 18 anos de idade.

2. Revisão da literatura

A revisão buscou identificar na base de dados *Pubmed* trabalhos que avaliaram a relação entre duração do sono e a composição corporal na adolescência.

Os limites estabelecidos para busca foram: data de publicação (últimos 10 anos), artigos originais publicados em português, espanhol ou inglês e estudos com adolescentes.

O processo de seleção dos artigos que integraram a revisão de literatura do presente projeto de pesquisa foi constituído por: 1) leitura dos títulos identificados através dos descritores; 2) seleção de títulos relevantes; 3) leitura dos resumos; 4) seleção dos resumos relevantes para leitura do artigo na íntegra; 5) leitura dos artigos; 6) seleção dos estudos considerados importantes.

Por fim, com o intuito de localizar mais trabalhos sobre o tema, foi consultada a bibliografia dos artigos selecionados com o intuito de encontrar outros trabalhos que pudessem fazer parte da revisão de literatura do projeto, porém todas as referências encontradas nos artigos já haviam sido localizadas através da revisão. Os descritores utilizados para as buscas e o número de artigos recuperados estão apresentados no Quadro 1, o qual foi subdividido de acordo com os descritores utilizados na busca: “sleep AND obesity”, “sleep AND overweight” e “sleep AND body composition”.

Dessa forma, foram selecionados 47 artigos científicos para comporem o presente projeto de pesquisa, os quais estão resumidamente apresentados nos Quadros 2, 3 e 4. Além disso, após cada um dos quadros, foi feita uma síntese dos artigos.

Quadro 1. Resultados da busca por trabalhos científicos na base de dados Pubmed.

Descritores	Títulos encontrados	Títulos relevantes	Duplicatas	<i>Abstracts</i> lidos	<i>Abstracts</i> relevantes e artigos lidos na íntegra	Artigos relevantes
Sleep AND obesity	3.113	198	-	198	43	31
Sleep AND overweight	2.398	254	155	99	18	15
Sleep AND “body composition”	209	22	17	5	3	1
Totais	5.720	474	172	302	64	47

Quadro 2. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e composição corporal.

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
(Martinez-Gomez, Moreno et al. 2011) Granada, Madrid, Murcia, Santander e Zaragoza. Espanha Transversal	n= 1310 (13-18,5 anos)	Exposição: Atividade física, tempo assistindo TV, frequência das refeições e duração de sono (autorreferida; referente a dias da semana e analisada de maneira categórica (<8h e ≥8h) e contínua). Desfecho: % massa gorda (equação de Slaughter, que utiliza pregas cutâneas para estimar a GC de crianças e adolescentes).	Cor da pele, idade, sexo, nível socioeconômico e massa livre de gordura.	Análise ajustada: Não houve diferença significativa entre duração do sono e gordura abdominal e gordura total. RO para tornar-se com sobrepeso em adolescentes com curta duração do sono (<8h/dia) foi de 1,28 (0,88 – 1,86). Os fatores de risco combinados foram associados com pregas cutâneas, % de massa gorda, circunferência da cintura e razão cintura-altura. Além disso, houve uma associação com tendência linear positiva entre o número de fatores de risco e ter sobrepeso.

GC: gordura corporal; RO: razão de odds.

2.1. Associação entre duração do sono e composição corporal

Utilizando os descritores duração do sono e composição corporal, foi encontrado apenas um trabalho (Quadro 2). Neste estudo a duração do sono foi autorreferida pelos adolescentes. A composição corporal foi avaliada pelo percentual de massa gorda utilizando a equação de Slaughter (Slaughter, Lohman et al. 1988), que utiliza o somatório das pregas cutâneas para estimar a GC de crianças e adolescentes. Este estudo não evidenciou associação entre duração do sono e percentual de massa gorda (Martinez-Gomez, Moreno et al. 2011).

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
(Gupta, Mueller et al. 2002) Diversas cidades do sudeste do Texas, Estados Unidos da América Transversal	n= 383 (11 – 16 anos)	Exposição: Distúrbios do sono e duração total do sono (actigrafia de um período de 24h e analisada de maneira contínua). Desfecho: Obesidade* (peso e altura aferidos) e composição corporal (bioimpedância, avaliando massa gorda e massa livre de gordura). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Sexo, idade, cor da pele e maturação sexual.	Adolescentes obesos dormiam menos do que os não obesos ($p < 0,01$). Para cada hora de sono perdido o odds de obesidade aumentou 80%. Distúrbios do sono não foram diretamente relacionados com a obesidade, mas influenciaram o nível de atividade física ($p < 0,01$), atividade física durante o dia diminuiu 3% para cada hora em distúrbio do sono.
(Knutson 2005) Estados Unidos da América Transversal	n= 4486 (meninos 16,7 (1,6) e meninas 16,5 (1,5) anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes; referente ao habitual e analisada de maneira contínua). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos). * (Centers for disease control and prevention 2000).		Análise bruta: 79% dos meninos e 82% das meninas reportaram menos de 9h de sono por noite. Entre os meninos, a regressão linear indicou que a duração do sono prediz significativamente o z-escore de IMC (Beta = -0,08; IC95% -0,12; -0,03). A regressão logística indica que a duração do sono (analisada de maneira contínua) prediz o risco de sobrepeso entre os meninos (RO = 0,90; IC95% 0,82; 1,00). Entre as meninas, nenhum modelo apresentou diferença significativa.
(Chen, Wang et al. 2006) Tao-Yuan, Taiwan Transversal	n= 656 (13 – 18 anos)	Exposição: Duração do sono (autorreferida; considerada como adequada a duração entre 6-8h em mais de 4 dias úteis por semana e analisada de maneira categórica). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos) e outros	Sexo e idade	Análise ajustada: adolescentes que tinham sono adequado (6 – 8 horas) tiveram uma maior frequência de comportamentos de promoção da saúde como controle do estresse, dieta saudável, valorização da vida, entre outros. Sono adequado foi fortemente associado com não obesidade (RO = 1,74; IC95% 1,3; 2,4).

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		comportamentos relacionados à saúde. * (Department of Health (DOH) 2004).		
(Kuriyan, Bhat et al. 2007) Bangalore, Índia Transversal	n= 598 (6 – 16 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos pais das crianças e pelos adolescentes, e analisada de maneira categórica ($\leq 8,5h$; $8,51-9,5h$ e $>9,5h$). Não consta se é referente a dia da semana ou final de semana. Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos) e perfil lipídico. * (Cole, Bellizzi et al. 2000).	Idade, sexo, local de moradia e nível socioeconômico.	Análise ajustada: indivíduos que dormem menos de 8,5h/dia tiveram maior risco de sobrepeso (RO = 6,7; IC95% 1,5; 30,2) quando comparadas com aquelas que dormem mais de 9,5h/dia. Indivíduos que assistiam TV por $\geq 1,5h$ /dia tiveram maior risco de sobrepeso (RO = 19,6; IC95% 5,5; 69,4) quando comparadas com aquelas que assistem por ≤ 45 minutos/dia. Consumo de frituras mais de 6 vezes/semana foi associado com maior risco de sobrepeso (RO = 3,1; IC95% 1,3; 7,6) quando comparado aquelas que consumiam menos de 2,5 vezes/semana.
(Yu, Lu et al. 2007) Anqing, China Transversal	n= 500 gêmeos (10 – 20 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes com assistência dos pais; referente ao habitual e analisada de maneira categórica ($<8h$, $8-8$, $9h$ e $\geq 9h$)). Desfecho: IMC (peso e altura aferidos) e massa gorda e massa magra (DXA).	Idade, desenvolvimento puberal e atividade física.	Análise bruta: 34,4% referiram dormir menos de 8h e 33,4% 9h ou mais. Análise ajustada: não foi evidenciada associação entre duração do sono e IMC e/ou medidas de composição corporal entre os meninos. Para as meninas, considerando como referência a categoria de 8 – 8,9h, aquelas que dormiam menos de 8h apresentaram associação com IMC (Beta = 0,75; p = 0,0247), massa gorda total (Beta = 1,94; p = 0,0012) e % de massa magra (Beta = -2,30; p = 0,0055).
(Wells, Hallal et al. 2008)	n= 4452 (10 – 12 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelo adolescente; referente a dias da semana e	Educação materna, nível socioeconômico da família, sexo, peso e altura ao nascer,	Análise bruta: a média de duração do sono foi de 9,5h (3,5 – 16,0h). 6,9% reportaram dormir menos de 8h por noite,

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
Pelotas, Brasil Transversal		analisada de maneira categórica ($\leq 8h$, 8-10, 9h e $\geq 11h$) e contínua) e tempo assistindo TV. Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos), pregas cutâneas e pressão sanguínea. * (Cole, Bellizzi et al. 2000).	fumo e consumo de álcool na gestação, IMC materno e horas de atividade física.	enquanto que 23,1 referiram dormir 11h ou mais. Análise ajustada: a duração do sono permaneceu significativamente e inversamente associada com todos os desfechos, exceto pressão sanguínea. Aqueles que dormiam mais eram significativamente menos ativos (beta = - 23,6; $p < 0,01$), apresentavam menor IMC (beta = - 0,16; $p < 0,001$). Cada hora de sono foi associada com uma redução de 0,17mm na prega cutânea subescapular ($p < 0,01$) e 0,16 na tricipital ($p = 0,03$). Não foi evidenciado diferenças entre meninos e meninas. Aqueles que dormiam $> 10h$ apresentaram um RO para tornar-se obeso comparando aqueles que dormiam $< 9h$ de 0,71 (IC95% 0,50; 1,02).
(Bawazeer, Al-Daghri et al. 2009) Riyadh, Arábia Saudita Transversal	n= 5877 (10 – 19 anos)	Exposição: Qualidade do sono e duração habitual do sono (referida pelos pais; analisada de maneira categórica ($\leq 7h$ e $> 7h$)). Desfecho: Obesidade* (peso e altura aferidos). * IMC $>$ percentil 95.		Dormir $\leq 7h$ aumentou o risco de obesidade em meninos (RO = 1,28; IC95% 1,09; 1,50) e meninas (RO = 1,38; IC95% 1,02; 1,89) (em todas as faixas etárias). O RO para circunferência da cintura foi 1,25 para os meninos (IC95% 1,05; 1,48) e não foi significativo para as meninas. A prevalência de sobrepeso e obesidade foi maior entre aqueles que dormem intermitentemente (18,68%) do que aqueles que dormem continuamente (14,5%).
(Hitze, Bosy-Westphal et al. 2009) Alemanha Transversal	n= 414 (6,1 – 19,9 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos pais ou adolescentes; referente a dias da semana e analisada de maneira categórica - muito curta: $< 9h$ para crianças	IMC dos pais, peso ao nascer, mudança do peso ao nascer - 2 anos e duração da amamentação.	Duração do sono foi categorizada em: muito curta ($< 9h$ para crianças menores de 10 anos e menos de 8h para as demais) e curta (9 – 10h para crianças menores de 10 anos e menos de 10 para as demais). A idade explicou a maior parte da

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		menores de 10 anos e menos de 8h para as demais; e curta: 9 – 10h para crianças menores de 10 anos e menos de 10 para as demais). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos), CC, massa gorda e massa livre de gordura (BodPod). * (World Health Organization 1995; Kromeyer-Hauschild, Wabitsch et al. 2001).		variabilidade do sono (meninas: 57,0%; meninos: 41,2%). Duração do sono foi inversamente associada com o escore de IMC e de CC (meninas: $r = -0,17/-0,19$, $p < 0,05$; meninos: $r = -0,21/-0,20$, $p < 0,01$), que foi fortalecida após ajuste. Curta <i>versus</i> longa duração do sono foi associada com 5,5 e 2,3 vezes maior risco de obesidade/sobrepeso em meninas. Curta duração do sono foi associada com menores níveis de adiponectina em meninos. Níveis de leptina foram inversamente relacionados ao sono em meninas.
(Ozturk, Mazicioglu et al. 2009) Turquia Transversal	n= 5358 (6 – 17 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos pais do adolescente; referente ao habitual e analisada de maneira categórica ($\leq 8h$, 8-9h, 9-10h e $\geq 10h$) e contínua) Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos), CC, circunferência média do braço e % de gordura (pregas cutâneas). * (Cole, Bellizzi et al. 2000).	Idade	Duração do sono foi categorizada em $\leq 8h$, 8,1 – 8,9h, 9 – 9,9h e $\geq 10h$. Análise ajustada: IMC diminuiu através das categorias de duração do sono. IMC foi significativamente maior em meninas que dormiam $\leq 8h$ quando comparadas com aquelas que dormiam $\geq 10h$ ($p < 0,05$). Circunferência média do braço, CC e IMC foram significativamente maiores em meninos que dormiam $\leq 8h$ quando comparados com aqueles que dormiam $\geq 10h$ ($p < 0,05$). Crianças que dormiam $\geq 10h$ tiveram a taxa mais baixa de sobrepeso/obesidade do que os outros grupos ($p < 0,05$). Entre os meninos o RO e IC95% de sobrepeso/obesidade foi 1,86 (1,17; 2,97) para aqueles que dormiam 9,0- 9,9h, 1,74 (1,10; 2,75) 8,1 – 8,9h e 2,06 (1,31; 3,24) $\leq 8h$ quando comparados com aqueles que

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
				dormiam $\geq 10h$. Não foi evidenciada associação significativa entre as meninas. Na análise com a duração do sono contínua IMC (beta = -2,085; IC95% -2,299, -1,872 entre os meninos e beta = -2,360; IC95% -2,565, -2,155 entre as meninas) e CC (beta = -7,138; IC95% -7,868, -6,408 entre os meninos e beta = -6,825; IC95% -7,413, -6,236 entre as meninas) diminuíram com o aumento da duração do sono.
(Wing, Li et al. 2009) Hong Kong, China Transversal	n= 5159 (média = 9,25 anos; DP = 1,78)	Exposição: Duração do sono (referida pelos pais; referente a dias da semana, finais de semana e feriados prolongados; e analisada de maneira categórica ($\leq 8h$, 8,01-9,00h, 9,01-10,00h e $> 10h$) contínua). Desfecho: IMC* (peso e altura referidos pelos pais). * (Leung, Cole et al. 1998).	Idade, sexo, tempo assistindo TV $\geq 2h/dia$, tempo gasto no trabalho de casa $\geq 2,5h$, educação dos pais e comer 1h antes de ir para a cama.	Análise bruta: a duração do sono em dias de final de semana (10,07h) foi maior do que em dias da semana (9,18h; $p<0,001$). Foi evidenciada uma associação negativa significativa entre idade e duração do sono em dias da semana (beta = -0,13; $p<0,001$). Análise ajustada: foi evidenciada uma relação inversa significativa entre duração do sono em dias da semana (beta = -0,093; $p<0,001$), em dias de final de semana (beta = -0,114; $p<0,001$) e feriados (beta = 0,122; $p<0,001$) e IMC. Além disso, aqueles que dormiam $> 8h$ durante a semana e final de semana tiveram menor IMC (média z escore = -0,06) do que aqueles que dormiam menos de 8h em dias da semana (média z escore = 0,09; $p<0,05$). O RO para sobrepeso/obesidade daqueles que dormiam $\leq 8h$ em dias da semana foi de 1,74 (IC95% 1,23 – 2,45), do final de semana foi de 1,80 (IC95% 1,05 – 3,09) e em feriados foi de 2,18 (IC95% 1,20 – 3,96) quando comparados com aqueles que dormiam $> 10h$. Quando utilizado como referência o grupo

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
				que compensou o sono no final de semana e feriados, o RO para sobrepeso/obesidade foi de 2,59 (IC95% 1,22 – 5,48) para aqueles com persistente curta duração do sono (≤ 8 h em dias da semana e do final de semana) e o RO foi de 2,32 (IC95% 1,00 – 5,53) para aqueles com persistente curta duração do sono (≤ 8 h em dias da semana e em feriados).
(Bell and Zimmerman 2010) Seattle, Estados Unidos da América Longitudinal	n= 1930 (0 – 13 anos no início do estudo)	Exposição: Duração do sono noturno e diurno (referidas pelos pais; e analisada de maneira categórica (percentil)). Não consta se é referente a dia da semana ou final de semana. Desfecho: Obesidade* (altura aferida e peso aferido/referido pelos pais dependendo da idade da criança). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Idade, sexo, peso ao nascer, presença do pai, horas por dia assistindo TV, ordem de nascimento e residência urbana.	Curta duração do sono foi definida como menos do que o percentil 25 para idade. Para as crianças jovens (0 – 4 anos no início do estudo) curta duração do sono no início foi associada o aumento do risco subsequente (5 anos depois) de sobrepeso ou obesidade (RO = 1,80; IC95% 1,16 – 2,80). Para as demais crianças (5 – 13 anos no início do estudo) a duração do sono não foi associada com subsequente (5 anos depois) status de peso, no entanto, o sono atual foi inversamente associado (RO= 1,80; IC95% 1,16 – 2,81), sendo que esta associação foi atenuada com a inclusão do IMC no início do estudo. O sono durante o dia teve pouco efeito no risco subsequente de obesidade em qualquer idade.
(Calamaro, Park et al. 2010) Estados Unidos da América Longitudinal	n= 13568 (12 – 18 anos)	Exposição: Duração habitual do sono (autorreferida; e analisada de maneira categórica (< 6h, 6-< 8h, 8 - < 11h e 11 - <14h)). Desfecho: Obesidade* (peso e altura auto referidos).	Pular o café da manhã, cor da pele, sexo, renda dos pais, assistir TV, depressão e obesidade na primeira fase do estudo.	Análise bruta: adolescentes que dormiam < 6h na fase I (1994-1995) tinham maior risco de serem obesos na fase II (1996) do que adolescentes com sono normal (8 - < 11h) (RO = 1,91; IC95% 1,27 – 2,90). Análise ajustada: não houve associação significativa entre duração do sono na fase I e obesidade na fase II, sendo que esta

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		*IMC > percentil 95.		falta de associação foi evidente considerando e não considerando os adolescentes obesos na fase I. Na análise transversal entre duração do sono e obesidade na fase II, não foi evidenciada associação mesmo na análise bruta.
(Danielsen, Pallesen et al. 2010) Bergen, Noruega Transversal	n= 4158 (10 – 12 anos)	Exposição: Duração usual do sono (referida pelo adolescente e pais; referente a dias da semana e analisada de maneira categórica (6 categorias de desvio padrão)). Desfecho: IMC* e sobrepeso e obesidade (peso e altura referidos pelo adolescente e pais). * (Cole, Bellizzi et al. 2000).	Maturação física e nível socioeconômico	Análise bruta: Curta e longa duração do sono foram associadas com maiores IMCs. Crianças que dormiam menos (<-2 DP) tiveram um maior IMC (p<0,003) do que aquelas com duração intermediária (≥-1 DP <1 DP). Curta duração do sono demonstrou associação significativa com obesidade (RO = 3,87; IC95% 1,71 – 8,74), mas não com sobrepeso (RO = 1,13; IC95% 0,62 – 2,07). Análise ajustada: Curta duração do sono permanece associada com obesidade (RO = 3,26; IC95% 1,37 – 7,74).
(Liou, Liou et al. 2010) Taiwan Transversal	n= 8640 (13 – 16 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes; obtida através do Índice de Qualidade do Sono Pittsburg e analisada de maneira categórica de acordo com a curva ROC). Além de outros fatores de risco para obesidade. Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos). * (Cole, Bellizzi et al. 2000).		Aqueles que dormiam menos de 7,75h/dia (melhor ponto na curva ROC para predizer obesidade) nos finais de semana tiveram maior risco de obesidade (RO = 1,6; IC95% 1,2 – 2,1) entre os meninos e (RO = 4,2; IC95% 2,0 – 5,5) entre as meninas. Assistir TV por ≥ 120min/dia nos finais de semana foi fator de risco para obesidade entre os meninos (RO = 1,4; IC95% 1,1 – 1,9) e meninas (RO = 1,8; IC95% 1,1 – 2,8).
(Shan, Xi et al. 2010)	n= 19517 (6 – 18 anos)	Exposição: Diversos fatores	Idade, sexo, desenvolvimento	Análise ajustada: curta duração do sono

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
Beijing, China Transversal		de risco para sobrepeso e obesidade, entre eles duração do sono (referida pelos pais ou cuidadores daqueles com idades entre 6 e 12 anos e pelos próprios adolescentes com 13 ou mais anos; e analisada de maneira categórica, sendo considerada curta duração do sono: < 10h para aqueles com idade de 6 a 12 anos e < 8,5h para aqueles de 13 a 18 anos). Não consta se é referente a dia da semana ou final de semana. Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos). * (Centers for disease control and prevention 2000; Cole, Bellizzi et al. 2000; Ji 2005; World Health Organization 2007).	puberal e residência urbana ou rural.	(< 10h para aqueles com idade de 6 a 12 anos e < 8,5h para aqueles de 13 a 18 anos) foi significativamente associada com sobrepeso (sem obesidade) (RO = 1,18; IC95% 1,04 – 1,33) e obesidade (RO = 1,36; IC95% 1,19 – 1,56).
(Shi, Taylor et al. 2010) Sul da Austrália Transversal	n= 3495 (5 - 15 anos)	Exposição: Duração do sono (referida por aquele que se denominou o indivíduo mais apropriado para responder sobre a criança ou adolescente; referente ao habitual e analisada de maneira categórica (< 9h, 9-10h e ≥ 10h)). Desfecho: Obesidade* (peso e altura aferidos).	Idade, sexo, atividade e inatividade física, renda familiar, ingestão de frutas e vegetais e área de residência.	Análise bruta: 23,9% dos participantes apresentaram duração do sono inferior a 9h, enquanto que 51,8% referiram dormir 10h ou mais. Entre os mais jovens (5 – 10 anos) aqueles que dormiam menos de 9h a prevalência de obesidade foi de 22,3% e entre aqueles que dormiam 10h ou mais foi de 11,5% (p=0,032). Análise ajustada: o RO para obesidade, comparando aqueles que dormiam menos de 9h com aqueles que dormiam 10h ou

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		* (Cole, Bellizzi et al. 2000).		mais, foi de 2,23 (IC95% 1,04 – 4,76) para os meninos, 1,70 (IC95% 0,78 – 3,73) para as meninas e 1,97 (IC95% 1,15 – 3,38) para ambos os sexos. Análise estratificada mostrou que a associação foi mais forte entre os mais jovens (5 -12 anos) 2,52 (IC95% 1,44 – 4,41) e não significativa entre os mais velhos. Comparados com aqueles que praticavam atividade física por ≥ 5h/dia e dormiam > 10h, os que dormiam < 9h e realizavam menos de 0,5h/dia de atividade física tiveram 3,4 vezes (IC95% 1,31 – 9,02) mais risco de obesidade.
(Weiss, Xu et al. 2010) Cleveland, Estados Unidos da América Transversal	n= 240 (17,7 $\pm$ 0,4 anos)	Exposição: Duração do sono (determinada por actigrafia, considerando a média de 3 dias de semana; e analisada de maneira categórica (< 8h e ≥ 8h)). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos) e consumo alimentar (recordatório de 24h). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Idade, sexo, cor da pele, variável de ajuste para o plano amostral, educação dos pais e IMC.	Análise bruta: Curta duração do sono foi definida como < 8h. A duração média do sono foi de 7,55 $\pm$ 1,14 horas. A prevalência de curta duração do sono foi significativamente maior em obesos (80%) do que não obesos (63%, $p = 0,04$), bem como para meninos (77%) comparados como meninas (57%, $p=0,001$). Adolescentes com curta duração do sono tiveram um aumento de 2,7 pontos percentuais na proporção de energia proveniente de gorduras e diminuição de 3,7 pontos percentuais da proporção de energia proveniente de carboidratos, quando comparados com aqueles que dormiam no mínimo 8h. Análise ajustada: curta duração do sono permaneceu associada com aumento da percentagem de calorias proveniente de gordura (2,2%, $p=0,02$) e diminuição da percentagem proveniente de carboidratos

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
				(3,0%, p=0,01), porém após estratificar por sexo esta relação foi evidenciada apenas entre meninas.
(Drescher, Goodwin et al. 2011) Tucson, Estados Unidos da América Transversal	n= 319 (10 – 17 anos)	Exposição: Duração do sono (avaliada por polissonografia e referida pelos pais e pelas crianças; analisada de maneira contínua). Não consta se é referente a dia da semana ou final de semana. Desfecho: Obesidade* (peso, altura e pregas cutâneas aferidos) e fatores de risco. * (Centers for disease control and prevention 2000).		Tempo total de sono referido pelos pais foi inversamente associado com o escore z de IMC ($r = -0,160$; $p=0,004$), mas não foi correlacionado com nenhuma variável nutricional, de exercício ou pregas cutâneas. Tempo de sono reportado pelos adolescentes e avaliado pela polissonografia não foram associadas com IMC. Raça hispânica foi associada com menor tempo total de sono referido pelos pais e maiores escores z de IMC. Tempo total de sono referido pelos pais foi inversamente associado com tempo de mídia eletrônica (adolescentes jovens) e uso de cafeína (adolescentes mais velhos).
(Garaulet, Ortega et al. 2011) Áustria (Vienna), Bélgica (Ghent), França (Lille), Alemanha (Dortmund), Grécia (Atenas e Heraklion), Hungria (Pécs), Itália (Roma), Espanha (Zaragoza) e Suécia (Estocolmo). Transversal	n= 3311 (12,5 – 17,49 anos)	Exposição: Duração do sono (autorreferida; referente a dias de semana e de final de semana; analisada de maneira categórica ($< 8h$ e $\geq 8h$)). Desfecho: Obesidade (peso e altura aferidos) e composição corporal (pregas cutâneas e bioimpedância, avaliando massa gorda).	Maturação sexual (Tanner), sexo e país. Em algumas análises foram acrescentadas variáveis de atividade física e ingestão alimentar.	Análise ajustada: Adolescentes que dormiam pouco ($< 8h$) apresentaram significantes maiores valores de IMC ($p<0,0001$), massa gorda ($p<0,0001$), circunferência da cintura ($p=0,004$), circunferência do quadril ($p<0,0001$) e índice de massa gorda ($p=0,020$) do que aqueles que dormiam adequadamente ($\geq 8h$). Adolescentes que dormiam menos de 8h eram mais inativos (acelerômetro) e assistiam mais TV durante os dias de semana. Não foi evidenciada associação entre duração do sono e variáveis de atividade física. Adolescentes que dormem menos de 8h

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
				tiveram uma menor probabilidade de terem hábitos saudáveis do que aqueles que dormem 8h ou mais: frutas (RO = 0,72; IC95% 0,55 – 0,93), vegetais (RO = 0,74; IC95% 0,59 – 0,92) e peixe (RO = 0,74; IC95% 0,61 – 0,90). Também foram encontradas correlações inversas entre a média de duração do sono por dia e a frequência de consumo de <i>fastfoods</i>: pizza (r = 0,046, p=0,016), hambúrguer (r = -0,04, p=0,015), pratos de massa (r = -0,051, p=0,008) e lanches de massa (r = 0,058, p=0,003). Correlações entre duração do sono e obesidade também foram observadas (mesmo após ajustar para variáveis de ingestão alimentar): curta duração do sono foi associada com IMC (r = -0,070, p=0,0001), % massa gorda (r = -0,045, p=0,0150), índice de massa gorda (r = -0,38, p=0,008), CC (r = -0,061, p=0,0010) e CQ (r = -0,114, p=0,0001). Quando as associações entre parâmetros de obesidade e horas de sono foram ajustadas para atividade física a maioria destas associações desapareceram.
(Hassan, Davis et al. 2011) Estados Unidos da América Transversal	n= 81390 (6 – 17 anos)	Exposição: Número de noites de sono adequadas (referido por telefone, pelos cuidadores e em relação à última semana). Desfecho: Obesidade* (peso e altura referidos pelos cuidadores pelo telefone). *IMC > percentil 95.	Cor da pele, sexo, educação familiar e nível de renda familiar.	Análise bruta: Crianças de 6- 11 anos com 0 – 2 noites suficientes de sono eram mais obesas do que aquelas com 6 – 7 noites (RO = 1,7; IC95% 1,2 – 2,3). Entre aqueles com 12 – 17 anos o odds de obesidade foi menor entre aqueles com 3 – 5 noites suficientes de sono em comparação com aqueles com 6 – 7 noites (RO= 0,8; IC95%0,7 – 0,9). Análise ajustada: Em ambos os grupos,

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
				nenhuma associação permaneceu estatisticamente significativa após ajuste.
(Kong, Wing et al. 2011) Hong Kong, China Transversal	n= 2053 (6 – 20 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelas crianças com a ajuda dos pais e pelos adolescentes; referente a dias da semana, final de semana e feriados prolongados; analisada de maneira categórica (< 6,5h, 6,5-8h e > 8h)). Desfecho: Obesidade* (peso e altura aferidos) e perfil lipídico. * (Leung, Cole et al. 1998).	Idade, sexo, estágio puberal, IMC e CC (para a associação entre duração do sono e perfil lipídico).	Entre o subgrupo de estudantes (138) a concordância entre a actigrafia e a duração do sono referida por questionário foi boa (ICC = 0,72; IC95% 0,61 – 0,80). A duração média do sono em dias da semana, final de semana e feriados longos foi 8,0; 9,6 e 9,8 em meninos e 7,7; 9,9 e 10,1 em meninas, respectivamente. Categorizando em 5 faixas etárias, aqueles mais jovens (6-8) tiveram maior duração do sono do que os mais velhos (17 ou +), nas três situações analisadas. Hipercolesterolemia foi associada com a média da duração do sono (RO = 0,86; IC95% 0,75 – 0,99). Aqueles do ensino secundário, longa duração do sono (>8h) comparada com curta duração do sono (< 6,5h), foi significativamente associada com menor risco de ter maiores níveis de colesterol total (Beta = -0,160; p=0,023) e colesterol LDL (Beta = -0,122; p=0,042). Usando regressão logística, curta duração do sono (<8h) comparada com a referência (9,25h) foi associado com obesidade entre aqueles do ensino primário 9,7 (1,8) anos (RO = 2,88; IC95% 1,23 – 6,70).
(Liu, Hay et al. 2011) Ontario, Canadá Transversal	n= 606 (11 – 13 anos)	Exposição: Distúrbios do sono e duração do sono (referida pelo cuidador principal do adolescente; referente ao habitual; e	Idade, sexo, atividade física total, ingestão calórica total, duração do sono e educação materna.	Análise bruta: comparados com os adolescentes com peso normal, aqueles com sobrepeso ou obesidade tiveram maior duração média do sono (9,2h vs. 9,4h; p<0,001).

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		analisada de maneira contínua). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos). * (Cole, Bellizzi et al. 2000).		Análise ajustada: O RO (IC95%) de sobrepeso ou obesidade para aqueles que reportaram um, dois ou três problemas comportamentais do sono foi 0,97 (0,51 – 1,74), 1,54 (0,86 – 2,76) e 3,53 (1,87 – 6,66), respectivamente.
(Lytle, Pasch et al. 2011) Minneapolis-Saint Paul, Estados Unidos da América Transversal	n= 723 (14,7 (1,8) anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelo adolescente; referente ao habitual de dias da semana e de final de semana; e analisada de maneira contínua). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos) e % de gordura corporal (bioimpedância elétrica). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Variáveis demográficas, depressão, ingestão e gasto energético.	Análise bruta: a duração diária média de sono foi de 8,6 horas em dias da semana e 9,6h em finais de semana. Análise ajustada: a relação entre duração do sono e IMC foi claramente evidenciada nos meninos e meninas mais jovens (média de 13 anos) (beta = -0,32, p<0,001) e (beta = -0,18, p=0,02), respectivamente. Em relação ao % de gordura, foi evidenciada associação neste mesmo grupo, mais jovem, apenas entre os meninos (beta = -1,91, p=0,005).
(Ortega, Ruiz et al. 2011) Tartu, Estônia Stockholm, Suécia Transversal	n = 2241 (9 – 16 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelo adolescente; referente a dias da semana; e analisada de maneira categórica ($\leq 9h$; $> 9 - \leq 10h$ e $> 10h$ ou $\leq 9h$ e $> 9h$)). Desfecho: atividade física (acelerômetro).	País, sexo, idade, maturação sexual, duração da luz do dia e educação materna.	Análise bruta: 25% dormiam $\leq 9h$ e outros 25% dormiam mais de 10h. 76% atingiram as recomendações de sono ($> 9h$). Análise ajustada: duração do sono foi negativamente correlacionada com tempo sedentário e positivamente correlacionado com todos os indicadores de atividade física (p<0,001). Aqueles que dormiam mais do que 10h gastavam menos tempo em atividades sedentárias e mais tempo em todos os indicadores de atividades físicas (p<0,001), porém as associações tornaram-se não significativas após ajustar para idade.
(Park 2011)	n= 73836 (12 – 18 anos)	Exposição: Duração do sono	Idade, sexo, nível	Análise bruta: 41% dos adolescentes

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
Coréia do Sul Transversal		(referida pelo adolescente; referente a dias da semana; e analisada de maneira categórica (5 categorias: < 5h, 5 - < 6h, 6 - < 7h, 7 - < 8h e ≥ 8h)). Desfecho: IMC* (peso e altura referidos pelos adolescentes). * (Moon, Lee et al. 2007).	socioeconômico da casa, nível de educação da mãe e do pai, residir com pai e mãe, estilo de vida sedentário durante os dias da semana e no final de semana, frequência de realização de café da manhã, depressão, estresse mental, frequência de exercícios de fortalecimento muscular e frequência de exercícios de fortalecimento muscular e frequência de consumo de <i>fast foods</i> .	dormiam menos de 6h por noite e cerca de 9% 8h ou mais. Análise ajustada: foi evidenciada uma relação linear inversa entre IMC e duração do sono. A média de IMC foi maior entre aqueles que dormiam menos de 5h por noite (21,09) e menor entre aqueles que dormiam 8h ou mais (19,96). Sendo que houve uma diferença significativa na média de IMC através das 5 categorias de duração do sono ($p < 0,001$). A RO para sobrepeso e obesidade foi de 0,94 (IC95% 0,91 – 0,96).
(Seegers, Petit et al. 2011) Quebec, Canada Longitudinal	n= 1276 (10 anos) n= 1849 (11 anos) n= 1835 (12 anos) n= 957 (13 anos)	Exposição: Duração do sono estimada através do tempo gasto na cama (referida pelas mães dos adolescentes; referente a dias da semana; e analisada de maneira categórica (≤ 10h, 10,5h e 11h) e contínua). Desfecho: IMC* (peso e altura referidos pelas mães dos adolescentes). * (Cole, Bellizzi et al. 2000).	Sexo, status de imigração materna, renda familiar, peso ao nascer, educação materna e paterna, desenvolvimento puberal (11 – 13 anos), tempo gasto assistindo TV e atividade física fora da escola (13 anos).	Análise bruta: a duração do sono diminuiu com o passar da idade de 10h 29min aos 10 anos para 9h 29min aos 13 anos. Já o IMC, aumentou 18,2 aos 10 anos para 20,3 aos 13 anos. Análise ajustada: as análises transversais mostraram que em cada idade houve associação negativa entre duração do sono e IMC (exceto aos 13 anos): aos 10 anos (RO = -0,87; IC95% -1,26; -0,49), aos 11 anos (RO = -0,45; IC95% -0,74; -0,16), aos 12 anos (RO = -0,32; IC95% -0,61; -0,03) e aos 13 anos (RO = -0,32; IC95% -0,68; 0,05). A mesma situação foi vista na comparação entre IMC normal e obesidade: aos 10 anos (RO = 1,78; IC95% 1,53; 2,08), aos 11 anos (RO = 1,41; IC95% 1,24; 1,61), aos 12 anos (RO = 1,17; IC95% 1,01; 1,35) e aos 13 anos (RO = 1,02; IC95% 0,83; 1,25). A análise entre as trajetórias de duração do

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
				sono e IMC evidenciou que aqueles da trajetória de curta duração ($\leq 10h$) do sono tiveram maior risco de estar na trajetória de sobrepeso (RO = 1,55; IC95% = 1,39; 1,71) e na trajetória de obesidade (RO = 3,26; IC95% 3,20; 3,29). Aqueles da trajetória de curta duração do sono apresentaram maior risco de se tornarem com sobrepeso (RO = 1,99; IC95% 1,67; 2,37) e obesidade (RO = 2,23; IC95% 2,18; 2,27) aos 13 anos. Duração do sono aos 10 anos foi significativamente e negativamente associada com o IMC aos 13 anos de idade (beta = -0,71; IC95% -1,18; -0,14). Uma hora a menos na duração do sono aos 10 anos foi associada com o aumento do risco de se tornar com sobrepeso (RO = 1,51; IC95% 1,28; 1,76) e obesidade (RO = 2,07; IC95% 1,51; 2,84) aos 13 anos de idade. Não foi evidenciada associação significativa entre a trajetória de IMC e IMC aos 10 anos de idade, e a duração do sono aos 13 anos de idade.
(Silva, Goodwin et al. 2011) Tucson, Estados Unidos da América Longitudinal	n= 304 (6 – 12 anos na linha de base e 10 – 18 no acompanhamento)	Exposição: Duração do sono (determinada por polissonografia de uma noite sem distinguir dia da semana; e analisada de maneira categórica ($\leq 7,5h$, $> 7,5 - <9h$ e $\geq 9h$ de acordo com os percentis 25 e 75)). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos).	Etnia, idade, distúrbios respiratórios do sono, uso de cafeína, bem como os valores de linha de base quando apropriado.	Análise bruta: a idade média na linha de base foi 8,9 anos e no acompanhamento foi de 13,7. A duração do sono na linha de base foi categorizada de acordo com os percentis 25 e 75 ($\leq 7,5h$; $> 7,5 - <9h$ e $\geq 9h$). O número total de horas de sono diminuiu da linha de base (8,05h) para o acompanhamento (7,85h, $p < 0,05$). O percentual de crianças que dormiam $\geq 9h$ diminuiu da linha de base (25,3%) para o

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		* (Centers for disease control and prevention 2000).		acompanhamento (10,5%, $p<0,001$), enquanto que o percentual daqueles que dormiam $< 7,5h$ aumentou de 24,4% para 35,2%, $p<0,001$) Análise ajustada: a RO para tornar-se obeso no acompanhamento foi 3,3 vezes maior para crianças que dormiam $< 7,5h$ na linha de base comparadas com aquelas que dormiam $\geq 9h$ ($p<0,05$). Crianças que dormiam $< 7,5h$ na linha de base tiveram um aumento médio de $1,7Kg/m^2$ ($p=0,01$) da linha de base para o acompanhamento comparadas com aquelas que dormiam $\geq 9h$.
(Araujo, Severo et al. 2012) Porto, Portugal Transversal e Longitudinal	n= 1171 (13 e 17 anos)	Exposição: Duração do sono (autorreferida; referente a dias da semana; e analisada de maneira contínua) Desfecho: IMC* e % de gordura corporal (bioimpedância). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Educação dos pais, índice de qualidade da dieta do mediterrâneo para crianças e adolescentes e IMC aos 13 anos.	Análise bruta: Considerando a associação entre as características dos participantes e duração do sono, somente educação dos pais foi positivamente associado com duração do sono aos 17 anos entre os meninos. Análise ajustada: Nas análises transversais aos 13 anos – duração do sono foi inversamente associada com escore z do IMC somente em meninos ($\beta = -0,155$, IC95% -0,267; -0,043), mas não foi associada com %MG em meninos e meninas. Nas análises transversais aos 17 anos – foi encontrada uma associação positiva somente para o % massa gorda entre meninas ($\beta = 0,510$, IC95% 0,061; 0,958). Nas análises longitudinais – duração do sono aos 13 anos foi inversamente associada com adiposidade aos 17 anos nos meninos (z-score IMC: $\beta=-0,123$,

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
				95%CI: -0,233; -0,012 e % massa gorda: β = -0,731, IC95% -1,380; -0,081) e positivamente associada como mudança no escore z de IMC entre 13 e 17 anos nas meninas (β =0,050, IC95% 0,002; 0,097). Após ajustar para adiposidade aos 13 anos, as associações perderam a significância.
(Guo, Zheng et al. 2012) Shenyang, China Transversal	n= 4262 (5 – 18 anos)	Exposição: Duração do sono noturno e de sesta (autorreferida e analisada de maneira categórica (<8h, 8- < 9h e $\geq$ 9h)) e outros comportamentos de estilo de vida, hábitos dietéticos e fatores familiares. Não consta se é referente a dia da semana ou final de semana. Desfecho: Sobrepeso e obesidade* (peso e altura aferidos). * (Cole, Bellizzi et al. 2000).	Idade, sexo e cor da pele.	Análise bruta: Não foi observada diferença significativa entre as variáveis auto reportadas como duração do sono (< 8, 8-9 e $\geq$ 9h), atividade física e consumo dietético entre as 3 categorias (normal, sobrepeso e obeso). Análise ajustada: Crianças e adolescentes obesos eram menos propensos a dormir mais ($\geq$ 7,5h) (RO = 0,475; IC95% 0,31; 0,728) do que os participantes com peso normal.
(Lytle, Murray et al. 2013) Minneapolis-Saint Paul, Estados Unidos da América Longitudinal	n= 723 (início = 14,7 (1,8) anos; acompanhamento = 16,6 (1,8) anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelo adolescente; referente a dias da semana e final de semana; e analisada de maneira contínua). Desfecho: IMC (peso e altura aferidos) e % de gordura corporal (bioimpedância elétrica).	Variáveis demográficas, depressão, ingestão e gasto energético, puberdade e estudo (a amostra total é derivada de dois estudos similares).	Análise ajustada: não foi evidenciada nenhuma associação significativa entre duração do sono e IMC ou % de massa gorda.
(Meng, Liu et al. 2012)	n= 6576 (7 – 11 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelo adolescente; referente a dias da semana e	Idade, tempo de atividades de lazer, tempo de atividades sedentárias, peso ao nascer,	Análise bruta: a média de duração diária de sono foi de 9,7h com tendência de diminuição conforme aumenta a idade (p <

Quadro 3. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
Harbin, Beijing, Jinan, Shanghai, Chongqing e Guangzhou, China Transversal		final de semana; e analisada de maneira categórica (< 9h; 9,0 – 9,9h; 10,0 – 10,9h e ≥ 11h) e contínua). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos), CC, % de gordura corporal e massa livre de gordura (bioimpedância elétrica). * (Zhou 2002).	IMC materno e paterno, comer em excesso geralmente, frequência de café da manhã, renda familiar, aleitamento materno exclusivo nos primeiros 4 meses após o nascimento e nível de educação dos pais.	0,05). Não foi evidenciada diferença de sobrepeso, sobrepeso e obesidade e obesidade abdominal entre os grupos de idade. Análise ajustada: não foi evidenciada diferença significativa no IMC, CC e % massa gorda entre as 4 categorias de sono (< 9h; 9,0 – 9,9h; 10,0 – 10,9h e ≥ 11h) em meninos e meninas. Duração do sono foi inversamente associada com IMC e CC em ambos os sexos (beta = -0,23; p=0,017 e beta = -0,82; p=0,003 em meninos, beta = - 0,24; p = 0,006 e beta = -0,91; p<0,001 em meninas). Não foi evidenciada associação com % de massa gorda em ambos os sexos. Aqueles que dormiam menos de 9h por noite tiveram maior risco de sobrepeso e obesidade, e obesidade abdominal quando comparadas com aqueles que dormiam de 10,0 a 10,9h (referência) por noite (RO = 1,29; IC95% 1,01; 1,64 e RO = 1,38; IC95% 1,04; 1,83, respectivamente). Não foi encontrada associação com 9,0 – 9,9h ou ≥ 11h comparados com o grupo referência.

CC: circunferência da cintura; CQ: circunferência do quadril; DP: desvio padrão; DXA: absorciometria por dupla emissão de raios-x; IC: intervalo de confiança; IMC: índice de massa corporal; RO: razão de odds; TV: televisão.

2.2. Associação entre duração do sono e obesidade

Foram encontrados 31 artigos que avaliaram a relação entre duração do sono e obesidade (Quadro 3). Destes, 25 apresentavam delineamento transversal e foram publicados entre 2006 e 2012, e seis eram longitudinais, publicados entre 2010 e 2012.

Dentre os estudos transversais, a faixa etária dos participantes variou de 5 a 20 anos. Na maioria dos estudos, a duração do sono foi referida pelos adolescentes (n=10), nos demais, foi referida pelos pais ou responsáveis (n=6) e por ambos (n=6). Três estudos utilizaram outros métodos de avaliação como polissonografia e actigrafia. Em relação ao período avaliado de duração do sono, oito estudos consideraram apenas dias da semana; seis estudos, dias da semana e finais de semana e os demais que forneceram esta informação avaliaram a duração habitual do sono (sete estudos). A maioria dos estudos analisou a duração do sono como variável categórica (n=15), seis, como variável contínua e os demais analisaram de ambas as formas. Referente às categorias de duração do sono, há uma grande diversidade entre os estudos, sendo variável o que é considerado como número adequado de horas de sono, variando de 6 a 10 horas de acordo com o que cada autor considera como ideal.

Em relação aos desfechos antropométricos e de composição corporal que foram estudados nos 25 estudos transversais, a metodologia utilizada variou bastante. Os desfechos foram avaliados de diferentes formas: IMC (n=15); bioimpedância (n=4); pregas cutâneas (n=4); BodPod (n=1) DXA (n=1). Dentre aqueles que utilizaram bioimpedância, os compartimentos avaliados foram: massa gorda (n=1); massa gorda e massa livre de gordura (n=1); % GC (n=1) e % GC e massa livre de gordura (n=1). O estudo que utilizou BodPod avaliou massa gorda e massa livre de gordura e aquele que utilizou DXA, avaliou massa gorda e massa magra.

Dos 22 estudos que realizaram análise ajustada, a maioria considerou como possíveis fatores de confusão as seguintes variáveis: sexo, idade, maturação sexual, nível socioeconômico e nível de atividade física.

A partir dos estudos transversais revisados, observa-se que a grande maioria (21 dos 25 estudos) evidenciou uma associação inversa entre duração do sono e IMC e/ou massa gorda, sendo que 18 deles evidenciaram esta associação tanto em meninos quanto em meninas, dois somente em meninos e um somente em meninas.

Referente aos seis estudos longitudinais, cinco utilizaram a duração do sono referida e um avaliou através da polissonografia. Destes cinco, três utilizaram a duração do sono em dias da semana, um considerou a duração habitual e o outro

utilizou dia da semana e finais de semana. Três trabalhos analisaram a duração do sono como variável categórica, dois como variável contínua e um avaliou de ambas as formas, não sendo utilizada uma única categoria como duração adequada de sono. Apenas dois estudos analisaram a trajetória da duração do sono, considerando de 2 a 4 períodos de tempo, os demais utilizaram somente a duração de sono na linha de base.

Quatro trabalhos avaliaram o desfecho através do IMC e dois através de bioimpedância, sendo que ambos avaliaram o % GC.

Nos seis artigos, as variáveis sexo, idade, cor da pele, renda familiar, maturação sexual e tempo assistindo à televisão foram as mais utilizadas para ajuste de possíveis fatores de confusão.

Metade dos estudos evidenciou uma associação inversa entre duração do sono e IMC e/ou composição corporal em ambos os sexos. Os demais estudos não evidenciaram nenhuma associação estatisticamente significativa entre essas variáveis.

Quadro 4. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e sobrepeso.

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
(Eisenmann, Ekkekakis et al. 2006) Austrália Transversal	n= 6324 (7 – 15 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes; referente à noite anterior; e analisada de maneira categórica ($\leq 8h$, 8 – 9h, 9 – 10h e $\geq 10h$) e contínua). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos) e CC. * (Cole, Bellizzi et al. 2000).	Idade	Análise bruta: a duração média de sono foi de 9,5h. Análise ajustada: não foi evidenciada associação entre duração do sono e sobrepeso entre as meninas. Já entre os meninos, comparados com aqueles dormiam $\geq 10h$, o risco de sobrepeso foi de 1,61 (IC95% 1,19; 2,17) para aqueles que dormiam de 9 a 10h, 1,83 (IC95% 1,30 – 2,58) de 8 a 9h e 3,06 (IC95% 2,11; 4,46) $\leq 8h$.
(Knutson and Lauderdale 2007) Estados Unidos da América Transversal	n= 1546 (10 - 19 anos)	Exposição: Duração do sono avaliada de duas maneiras: através de diário de 2 dias (um dia de semana e um dia de final de semana) e duração autorreferida (referente ao habitual). A duração do sono foi analisada de maneira categórica (quartis). Desfecho: Sobrepeso* (peso e altura aferidos). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Tempo assistindo TV, atividade física ou exercício, tempo de uso de computador e videogame, idade, cor da pele, renda familiar e nível educacional do chefe da família.	Análise bruta: a média da duração do sono obtida por diário foi de 8,8 em dias da semana e 10,3 no final de semana, já a média de duração do sono obtida pelo questionário foi de 8,0h. O coeficiente de correlação de Pearson entre as duas medidas foi de 0,27 ($p < 0,001$) e de Spearman foi de 0,33 ($p < 0,001$). Análise ajustada: a duração do sono, autorreferida, foi categorizada em quartis (0,5 – 7,0; 7,1 – 8,0; 8,1 – 9,0 e 9,2 – 19,0h). A duração do sono avaliada pelo diário não foi associada com sobrepeso. A duração do sono referida foi associada, mas não de maneira linear. Foi evidenciada associação significativa nas categorias 7,1 – 8,0 (RO = 1,85; IC95% 1,01; 3,38) e 8,1 – 9,0 (RO = 1,93; IC95% 1,10; 3,37), considerando como referência a categoria 9,2 – 19,0. Quando ambas as formas de avaliação da duração do sono foram colocadas no modelo a única categoria significativa foi de 8,1 -9,0 (RO = 1,83; IC95% = 1,05; 3,20).

Quadro 4. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e sobrepeso.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
(Landis and Parker 2007) Estados Unidos da América Revisão de prontuários	n= 52 (12 – 18 anos)	Exposição: Duração do sono (avaliada por polissonografia de um dia e analisada de maneira contínua). Desfecho: IMC* (referido pelos pais). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Idade	Análise ajustada: IMC não foi associado com duração total do sono, no entanto o IMC foi associado com um sono mais leve e menos profundo.
(Lumeng, Somashekar et al. 2007) 10 áreas dos Estados Unidos da América Longitudinal	n= 785 (9 – 12 anos)	Exposição: Duração do sono incluído sestas (referida pelas mães; referente ao habitual; e analisada de maneira contínua). Desfecho: Sobrepeso* (peso e altura aferidos). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Sexo, cor da pele, educação materna, mudança na duração do sono, peso na linha de base.	Análise ajustada: na análise transversal, duração do sono este associada com o risco de sobrepeso (RO = 0,80; IC95% 0,65 – 0,98) em crianças do sexto ano (média de idade de 11,61 anos), ao incluir a variável hora de dormir a associação perdeu a significância (RO = 0,86; IC95%0,69; 1,07). Ao testar a associação longitudinal entre duração do sono e sobrepeso do terceiro (média de idade de 9,02 anos) para o sexto ano foi evidenciado que longa duração do sono no terceiro ano foi associada com diminuição do risco de sobrepeso no sexto ano (RO = 0,60; IC95%0,36; 0,99).
(Seicean, Redline et al. 2007) Bay Village, Estados Unidos da América Transversal	n= 509 (15,6 ± 1,23 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes; referente a dias da semana e de finais de semana; e analisada de maneira categórica (< 5h, 5 – 6h, 6 – 7h, 7 – 8h e > 8h)). Desfecho: IMC* (peso e altura referidos pelos adolescentes). * (Centers for disease control	Sexo, idade, alimentação irregular, estado de saúde e ingestão de cafeína.	Análise bruta: a duração do sono foi coletada de maneira contínua e categórica (<5,5 – 6,6 – 7,7 – 8 e > 8h). Apenas 10% dos adolescentes reportaram dormir mais de 8h por noite em dias da semana, já em finais de semana este percentual foi de 50%. Análise ajustada: a RO para sobrepeso foi de 7,65 (IC95% = 1,87; 31,30) para aqueles que referiram dormir menos de 5h e de 2,55 (IC95% 1,02; 6,38) para aqueles que referiram 6 – 7h de sono, quando

Quadro 4. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e sobrepeso.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		and prevention 2000).		comparados com aqueles que dormiam 8h ou mais.
(Snell, Adam et al. 2007) Estados Unidos da América Longitudinal	n= 2281 (3 – 12 anos na linha de base e 8 – 18 anos no acompanhamento)	Exposição: Duração do sono (obtida através de diário (um dia de semana e um de final de semana) preenchido pelos pais dos mais jovens e pelos próprios mais velhos com a ajuda dos pais, se necessário; referente; e analisada de maneira categórica (< 8h, 8 – 8,9h, 9 – 9,9h, 10 – 10,9h e ≥ 11h) e contínua). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos). * (Cole 1990; Cole, Bellizzi et al. 2000).	Sexo, idade, sobrepeso na linha de base, renda familiar, educação dos pais e etnia.	Análise bruta: não foi evidenciada associação entre duração do sono e IMC na linha de base (análise transversal). A medida linear do sono na linha de base foi negativamente correlacionada com IMC e sobrepeso no acompanhamento. Análise ajustada: para cada hora adicional de sono na linha de base o escore de IMC diminuiu 0,12 (p=0,036) no acompanhamento, o que corresponde em média a uma redução de 0,75Kg/m ² . Foi evidenciada associação entre a hora de dormir e acordar com IMC. Para cada hora adicional que o participante permanecia acordado na noite antes de dormir na linha de base o escore de IMC no acompanhamento aumentou 0,12 (p=0,042), já para cada hora a mais que os participantes permaneciam dormindo de manhã na linha de base houve uma diminuição de 0,12 (p=0,051) no escore de IMC no acompanhamento.
(Ievers-Landis, Storfer-Isser et al. 2008) Cleveland, Estados Unidos da América Transversal	n= 819 (8 – 11 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos pais referente a dias de semana e de final de semana; e obtida por diário de 7 dias; foi analisada de maneira categórica (quartil) e contínua), função psicológica e estresse dos pais. Desfecho: Obesidade* (referido pelos pais). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Idade, sexo, pré-termo ou a termo, renda média da família, comportamento psicológico das crianças e estresse dos pais.	Análise bruta: a duração do sono foi categorizada em quartis. A duração média do sono foi de 10,27h no quartil mais alto e de 8,10 no quartil mais baixo. Análise ajustada: a RO para obesidade foi de 1,41 (IC95% 1,12; 1,76) para cada hora de redução da duração do sono referida pelos pais. Duração do sono evidenciada pelo registro de 7 dias apresentou resultado semelhante: RO de 1,45 (IC95% 1,09; 1,94).

Quadro 4. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e sobrepeso.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
(Liu, Forbes et al. 2008) Pittsburgh, Estados Unidos da América Transversal	n= 335 (7 – 17 anos)	Exposição: Duração do sono (avaliada por polissonografia realizada em 3 noites consecutivas; e analisada de maneira contínua), além de outras variáveis relacionadas ao sono. Desfecho: IMC*(peso e altura aferidos). * (Centers for disease control and prevention 2000).	Idade, sexo, etnia, nível socioeconômico, desenvolvimento puberal e diagnóstico de distúrbio mental.	Análise bruta: duração do sono foi significativamente e negativamente associada ao z score de IMC (beta = -0,174, p = 0,02). Análise ajustada: após ajustes a associação permaneceu significativa (beta = -0,179, p=0,04). Duração do sono habitual reduzida foi associada com risco de sobrepeso (RO = 2,12; IC95% 1,05; 4,28). Os autores não informam o tempo considerado para classificar os indivíduos como tendo duração do sono habitual reduzida.
(Noland, Price et al. 2009) Midwest, Estados Unidos da América Transversal	n= 384 (14 - ≥ 18 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes, referente a dias da semana e final de semana; e analisada de maneira categórica (< 5h, 5 – 5,9h, 6 – 6,9h, 7 – 7,9h, 8 – 8,9h e ≥9h)). Desfecho: Sobrepeso*(peso e altura referidos pelos adolescentes) e outras variáveis comportamentais. *IMC ≥ percentil 85.		Análise bruta: a maioria dos participantes (91,9%) apresentaram duração inadequada do sono ($\leq$ 9h) e 10% reportaram duração do sono inferior a 6h. Em relação à percepção do sono pelos adolescentes, a maioria referiu que não ter uma quantidade adequada de sono traz efeitos para eles: ficam mais cansados durante o dia (93,7%), têm dificuldade em prestar atenção (83,6%), menores notas (60,8%), aumento do estresse (59,0%) e têm dificuldade de conviver com os outros (57,7%). Aqueles que dormiam menos foram significativamente mais propensos a ter excesso de peso (p=0,04).
(Sun, Sekine et al. 2009) Toyama, Japão Transversal	n= 5753 (12 – 13 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes; referente ao habitual; e analisada de maneira categórica (< 7h, 7 – 8h, 8 -9h e ≥ 9h)) e outras variáveis de estilo de vida.	Idade, sobrepeso dos pais e outras variáveis de estilo de vida.	Análise bruta: 13,5% dos meninos e 22,2% das meninas dormiam menos de 7h e 8,7% dos meninos e 4,7% das meninas dormiam 9h ou mais. Análise ajustada: duração do sono apresentou associação com sobrepeso apenas entre as meninas, sendo que o RO foi de 1,81 (IC95% 1,21; 2,72) para aquelas

Quadro 4. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e sobrepeso.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		Desfecho: Sobrepeso* (peso e altura aferidos). * (Cole, Bellizzi et al. 2000).		que dormiam < 7h quando comparadas com aquelas que dormiam de 8 – 9h. Não fazer o café da manhã, comer rápido, comer excessivamente, inatividade física e longos períodos assistindo TV foram positivamente associados com sobrepeso em ambos os sexos.
(Al-Disi, Al-Daghri et al. 2010) Riyadh, Arábia Saudita Transversal	n= 126 meninas (14 – 18 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelas adolescentes e analisada de maneira categórica (<5h, 5 – 7h e > 7h) e contínua). Não consta se é referente a dia da semana ou final de semana. Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos) CC, CQ, prega cutânea tricipital e da coxa, e variáveis bioquímicas. * (Cole, Bellizzi et al. 2000).		Análise bruta: aquelas que dormiam < de 5h tiveram uma maior percentual de ingestão de carboidratos (p=0,04) e menor de ingestão de gorduras (p=0,03) do que aquelas que dormiam > 7h. Grelina apresentou associação inversa com CQ (r = -0,18; p=0,04) e duração do sono (r = -0,18; p=0,04). Leptina apresentou uma forte associação com IMC (r = 0,50; p<0,001), resistência à insulina (r = 0,20; p=0,02) e RCQ (r = 0,23; p=0,01) e inversa correlação com adiponectina (r = -0,34; p<0,001). Não foi evidenciada nenhuma associação entre leptina e duração do sono. Adiponectina apresentou associação inversa com IMC (r = -0,36; p<0,001), leptina (r = -0,34; p<0,001), RCQ (r = -0,22; p=0,01) e triglicerídeos (r = -0,27; p=0,002) e positiva associação com colesterol HDL (r = 0,27; p=0,002).
(Olds, Maher et al. 2011) Austrália Transversal	n= 2200 (9 – 16 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes e analisada de maneira contínua) e hora de dormir e acordar. Não fica claro se é referente a dia da semana ou final de semana.	Idade, sexo, renda familiar, local de residência, duração do sono e peso.	Análise bruta: os participantes foram divididos em 4 grupos: dormir cedo-acordar cedo (32%); dormir cedo-acordar tarde (21%); dormir tarde-acordar cedo (17%) e dormir tarde-acordar tarde (30%). Houve diferença estatisticamente significativa na duração do sono nos 4 grupos, no entanto a diferença entre o grupo dormir cedo-acordar cedo e dormir tarde-acordar tarde

Quadro 4. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e sobrepeso.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos) e atividade física. * (Cole, Bellizzi et al. 2000).		foi quantitativamente pequena, 9h 43min e 9h 36min, respectivamente. Em geral, aqueles que acordam cedo, particularmente do grupo dormir cedo-acordar cedo, eram fisicamente mais ativos. Participantes do grupo dormir cedo-acordar cedo tiveram um nível de atividade física 7% maior do que os do grupo dormir tarde-acordar tarde ($p < 0,001$). Análise ajustada: a RO de atividade física moderada a vigorosa foi de 1,58 (IC95% 1,07; 2,34) para o grupo dormir tarde-acordar cedo e 1,77 (IC95% 1,31; 2,38) para o grupo dormir tarde-acordar tarde quando comparados com o grupo dormir cedo-acordar cedo. Já para o “tempo de tela” a RO foi de 1,94 (IC95% 1,36; 2,77) para o grupo dormir tarde-acordar cedo e 2,92 (IC95% 2,16; 3,94) para o grupo dormir tarde-acordar tarde quando comparados com o grupo dormir cedo-acordar cedo. Em relação ao sobrepeso ou obesidade, a RO foi de 1,55 (IC95% 1,12; 2,14) para o grupo dormir tarde-acordar cedo e 1,47 (IC95% 1,14; 1,90) para o grupo dormir tarde-acordar tarde quando comparados com o grupo dormir cedo-acordar cedo.
(Storfer-Isser, Patel et al. 2012) Cleveland, Estados Unidos da América Longitudinal	n= 313 (8 – 19 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos pais nos dois primeiros acompanhamentos e pelos próprios adolescentes no terceiro; referente a dias da semana e de final de semana; e analisada de maneira contínua).	Idade, etnia, peso ao nascer e nível socioeconômico.	Análise bruta: os inquéritos foram realizados em três períodos quando os participantes tinham de 8 – 11 anos, 12 – 15 anos e 16 – 19 anos. A mediana de duração do sono em dias de final de semana foi de aproximadamente 9h em todas as idades, já para os dias de semana a mediana diminuiu de 9h na idade de 8 – 11 anos para 7,3 na idade de 16 –

Quadro 4. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e sobrepeso.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		Desfecho: IMC* (peso e altura referidos pelos pais no segundo acompanhamento e aferidos no primeiro e terceiro). * (Cole, Bellizzi et al. 2000).		19 anos. No geral, a mediana de duração do sono diminuiu de 9,1h no primeiro acompanhamento para 8,6h no segundo e 7,8h no terceiro. Análise ajustada: nas análises transversais realizadas, a duração do sono foi associada com IMC apenas entre os meninos, sendo que no primeiro acompanhamento cada hora de aumento na duração do sono foi associada com uma redução de 0,31 (p=0,01) no IMC e no segundo acompanhamento com uma redução de 0,39 (p=0,001). No terceiro acompanhamento não houve associação significativa. Nas análises longitudinais, para os meninos, a duração do sono na idade de 8 – 11 anos foi significativamente associada com o subsequente IMC nos dois acompanhamentos. Cada hora de aumento na duração do sono na linha de base foi associada com a diminuição no IMC de 0,32 (p=0,01) na idade de 12 – 15 anos e 0,30 (p=0,02) na idade de 16 – 19 anos, porém, após ajuste para IMC na linha de base, a significância desapareceu.
(Do, Shin et al. 2013) Coreia do Sul Transversal	n= 136589 (13 – 18 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos adolescentes; referente a dias da semana; e analisada de maneira categórica (< 4h; 4 - < 5h; 5 - < 6h; 6 - < 7h; 7 - < 8h e ≥ 8h)). Desfecho: Saúde mental, atividade física e IMC* (peso e altura aferidos). * (Korea Centers for Disease	Sexo, educação materna e paterna, nível socioeconômico da família, tipo da área da residência, ano na escola e ano do estudo.	Análise bruta: 3,8% dos adolescentes referiram dormir menos de 4h e 7,2% referiram dormir 8h ou mais. Análise ajustada: todas as categorias de curta duração do sono (< 4; 4 - <5; 5 - <6; 6 - <7; 7 - <8), quando comparadas com a categoria de referência de 8h ou mais, foram geralmente associadas com maior probabilidade de reportar sintomas depressivos, ideia de suicídio e ter

Quadro 4. Estudos que avaliaram a relação entre duração do sono e sobrepeso.

(continuação)

Autor/Ano/Local/ Delineamento	Amostra (Faixa etária)	Variáveis de exposição e desfecho	Variáveis incluídas na análise ajustada	Principais resultados
		Control and Prevention 2007).		sobrepeso ou obesidade e menor probabilidade de reportar melhor auto percepção de saúde.
(Stone, Stevens et al. 2013) Toronto, Canadá Transversal	n= 856 (10 – 12 anos)	Exposição: Duração do sono (referida pelos pais dos adolescentes; referente a dias da semana e de final de semana; e analisada de maneira categórica (< 9h, 9 – 10h e ≥ 10h)). Desfecho: IMC* (peso e altura aferidos) e atividade física. * (Cole, Bellizzi et al. 2000).	Idade, sexo, classificação do peso (normal, sobrepeso ou obeso) e nível socioeconômico.	Análise bruta: a média de duração do sono foi de 9,3h em dias da semana e 9,8 em finais de semana, sendo que os participantes dormiram significativamente mais nos finais de semana ($p<0,01$). A duração do sono foi negativamente correlacionada com tempo sedentário e positivamente correlacionada com todos os indicadores de atividade física ($p<0,05$). Análise ajustada: aqueles que dormiam menos de 9h em dias da semana eram menos ativos em termos de intensidade global do que aqueles que dormiam 10h ou mais e apresentavam mais sobrepeso/obesidade ($p<0,05$). Em finais de semana foi evidenciada diferença apenas na atividade física leve, sendo que aqueles que dormiam menos de 9h eram menos ativos do que os que dormiam 9 – 10h. A proporção de participantes classificados como com sobrepeso/obesidade foi menor entre aqueles que mantinham a recomendação de sono durante a semana (23,6%) do que entre os que dormiam insuficientemente (< 9h) (59,1%; $p<0,05$), sendo que não foi evidenciada diferença para aqueles que tinham aumento da duração do sono nos finais de semana.

CC: circunferência da cintura; CQ: circunferência do quadril; IC: intervalo de confiança; IMC: índice de massa corporal; RCQ: razão cintura quadril; RO: razão de odds; TV: televisão.

2.3. Associação entre duração do sono e sobrepeso

Foram encontrados 15 estudos que avaliaram a associação entre duração do sono e sobrepeso (Quadro 4). Destes, 12 eram transversais, publicados entre 2006 e 2012, e três eram longitudinais, publicados de 2007 a 2011.

A faixa etária dos participantes dos estudos transversais variou de 3 a 19 anos de idade. Na maioria dos estudos, a duração do sono foi referida pelos adolescentes ($n=8$), nos demais, foi referida pelos pais ($n=2$) e avaliada através de polissonografia ($n=2$). Sobre o período de referência, um quarto dos estudos analisou dias da semana e de finais de semana, os demais avaliaram apenas dias da semana ou a duração habitual. A metade dos 12 estudos transversais analisou a duração do sono de maneira categórica; três, de maneira contínua e três, de ambas as formas. As categorias de duração do sono não apresentaram uma distribuição uniforme, sendo consideradas durações normais desde $\geq 8h$ até $\geq 10h$.

Todos os trabalhos utilizaram IMC como desfecho, sendo que um deles utilizou também pregas cutâneas.

Nos 10 estudos que realizaram análise ajustada, as principais variáveis analisadas como fatores de confusão foram sexo, idade, cor da pele e renda familiar. Apenas um trabalho ajustou para o desenvolvimento puberal.

A maioria dos estudos ($n=9$) encontrou uma associação inversa entre duração do sono e IMC. Destes, um evidenciou-a exclusivamente nas meninas e outro, nos meninos. Os demais verificaram esta associação em ambos os sexos.

Os três estudos longitudinais encontrados utilizaram a duração do sono referida. Dois estudos avaliaram em dias da semana e finais de semana e um avaliou a duração habitual. A duração do sono foi analisada de maneira contínua em dois artigos e de maneira categórica em um. Além disso, apenas um dos trabalhos analisou a duração do sono em mais de um período de tempo (dois momentos com intervalo de três anos entre eles). Todos os artigos avaliaram o desfecho através do IMC.

Sexo, idade, cor da pele e renda familiar foram as principais variáveis analisadas como fatores de confusão, sendo que todos os estudos longitudinais realizaram análises ajustadas.

Dois dos três trabalhos evidenciaram uma associação inversa entre duração do sono e IMC. O outro não evidenciou associação.

2.4. Fatores de confusão utilizados nos estudos avaliados

As variáveis estudadas como fatores de confusão nos estudos que compuseram a revisão da literatura são apresentadas, de forma quantitativa (número de artigos que analisaram cada variável como fator de confusão) e de acordo com cada um dos descritores, no Quadro 5.

Quadro 5. Descrição das variáveis independentes.

Variáveis	Duração do sono e composição corporal (n=1)	Duração do sono e obesidade (n= 31)	Duração do sono e sobrepeso (n= 31)
Cor da pele	1	8	5
Idade	1	19	11
Sexo	1	20	8
Nível socioeconômico	1	9	8
Massa livre de gordura	1	-	-
Maturação sexual	-	10	1
Local de moradia	-	4	2
Atividade física	-	7	1
Educação materna	-	3	1
Educação dos pais	-	6	3
Peso ao nascer	-	5	1
Altura ao nascer	-	1	-
Tabagismo na gestação	-	1	-
Consumo de álcool na gestação	-	1	-

Quadro 5. Descrição das variáveis independentes.

(continuação)

Variáveis	Duração do sono e composição corporal (n=1)	Duração do sono e obesidade (n= 31)	Duração do sono e sobrepeso (n= 31)
IMC materno	-	1	-
IMC dos pais	-	4	1
Amamentação exclusiva	-	2	-
Tempo assistindo TV	-	4	1
Alimentação antes de ir dormir	-	1	-
Ordem de nascimento	-	1	-
Realizar café da manhã	-	3	-
Depressão	-	4	-
Obesidade	-	1	-
Ingestão de frutas e vegetais	-	1	-
Ingestão alimentar	-	1	-
Circunferência da cintura	-	1	-
Ingestão calórica total	-	3	-
Gasto energético	-	2	-
Duração da luz do dia	-	1	-
Estilo de vida sedentário	-	1	-
Consumo <i>fast foods</i>	-	1	-
Distúrbios respiratórios do sono	-	1	-
Consumo de cafeína	-	1	1
Índice de qualidade da dieta do mediterrâneo	-	1	-
Peso (baseline)	-	-	4
Pré-termo/a termo	-	-	1
Comportamento psicológico	-	-	1
Estresse dos pais	-	-	1

3. Marco Teórico

3.1. Composição Corporal Humana (CCH)

A avaliação da CCH tem sido utilizada para descrever deficiências ou excessos de determinados constituintes do corpo humano que estão relacionados com riscos para a saúde dos indivíduos (Lee and Gallagher 2008).

Os estudos sobre a CCH têm sido organizados em três áreas de conhecimento que estão interconectadas. A primeira área reúne as regras e modelos de composição corporal, a segunda está interessada nos métodos utilizados para estimar os componentes corporais e a terceira tem verificado as influências dos fatores biológicos sobre a composição corporal (Heymsfield, Wang et al. 1997; Ellis 2000).

A CCH tem sido estudada a partir de quatro tipos de modelos de composição corporal (Heymsfield, Wang et al. 1997; Ellis 2000; Lee and Gallagher 2008). Os primeiros são os modelos de dois compartimentos corporais, nos quais o corpo é dividido em duas partes, sendo uma composta por GC e outra pelos tecidos restantes, denominada massa livre de gordura. Devido à dificuldade de se estimar a quantidade de massa gorda, pode-se determinar o total de massa livre de gordura e definir a massa gorda indiretamente como o resultado da subtração entre o peso corporal e a massa livre de gordura.

Existem também os modelos formados por três compartimentos corporais, os quais são semelhantes aos modelos de dois compartimentos, porém a massa livre de gordura é dividida em duas partes (água e sólidos – estes últimos compostos por proteínas e minerais, predominantemente).

Um terceiro tipo de abordagem compreende os modelos de quatro compartimentos corporais: GC, água corporal total, proteínas e minerais, ou seja, para expandir um modelo de três compartimentos para o de quatro é preciso adicionar uma medida acurada dos compartimentos de proteínas e minerais.

Por último, existem os modelos multicompartimentais, os quais apresentam cinco níveis de complexidade da CCH: atômico, molecular, celular, funcional e corpo inteiro, conforme apresentado na Figura 1 (Ellis 2000). À medida que o modelo de multicompartimentos inclui mais elementos, tende a aumentar sua complexidade, passando do nível atômico para níveis mais elevados, como o

celular e o funcional. Abaixo estão descritos os componentes dos modelos de cinco níveis de complexidade (Heymsfield, Wang et al. 1997; Ellis 2000):

- 1) Atômico - Nesse nível, a massa corporal inclui onze elementos químicos. Mais de 96% da massa corporal é contabilizada basicamente por quatro elementos: oxigênio, carbono, hidrogênio e nitrogênio. Outros elementos importantes são cálcio, potássio, fósforo, enxofre, sódio, cloro e magnésio;
- 2) Molecular - Consiste de seis componentes (água, lipídios, proteínas, carboidratos, minerais ósseos e minerais de tecidos moles);
- 3) Celular - Inclui sólidos extracelulares, fluidos extracelulares e as células;
- 4) Sistêmico - Formado pelo tecido adiposo, músculo esquelético, órgãos viscerais e osso. Também são enquadrados nesse grupo os órgãos individuais, como o cérebro, coração, fígado e baço;
- 5) Corpo inteiro - Compreendido pelos membros, tronco e cabeça.

Atualmente, as pesquisas têm focado suas investigações nos modelos multicompartimentais, os quais têm sido considerados padrão-ouro para a avaliação da CCH (Ellis 2000; Lee and Gallagher 2008).

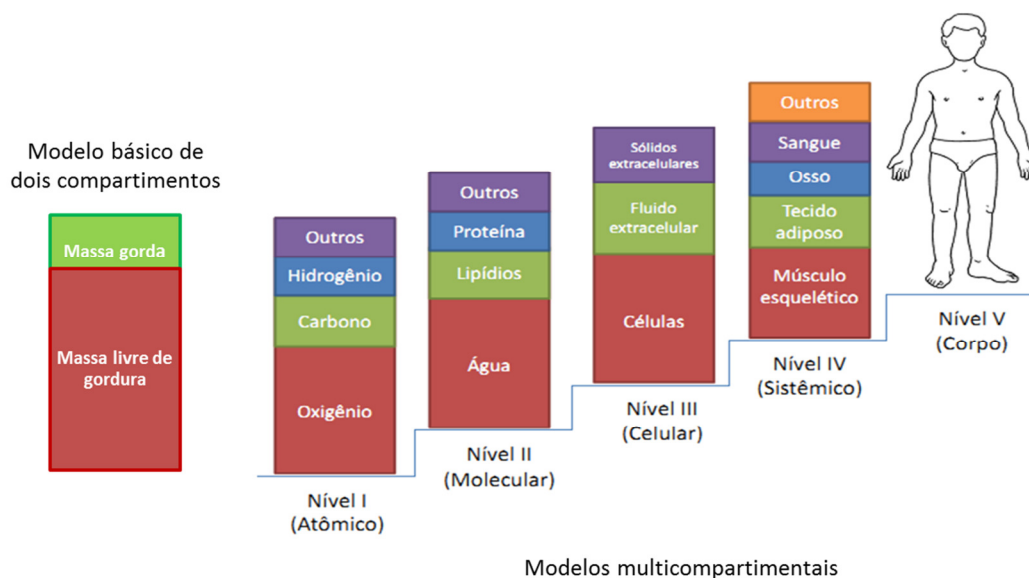


Figura 1. Modelo básico de dois compartimentos e modelo multicompartimental para determinação da composição corporal adaptado de Ellis (Ellis 2000).

3.1.1. Principais métodos de avaliação da CCH

Por muito tempo, as avaliações da CCH foram realizadas através da análise de tecidos por biópsia, o que contribuiu para conhecimentos na área da fisiologia e metabolismo do corpo humano (Norgan and Jones 1979; Wang, Wang et al. 1999). A remoção de uma pequena quantidade de tecido a partir de um indivíduo vivo (osso, pele, músculo, gordura ou vísceras) é tecnicamente simples, porém o processo não é confortável ou sem risco. Dessa forma, atualmente, vários outros métodos para avaliar a CCH têm sido utilizados, sendo alguns deles (Ellis 2000; Lee and Gallagher 2008):

I. Medidas de densidade e volume corporal

a. *Underwater Weighing* (Peso Submerso): calcula o volume corporal a partir do volume de água deslocado durante a submersão do indivíduo na água. Frequentemente, é considerado o método padrão-ouro para a avaliação da composição corporal.

b. *Air-Displacement Plethysmography* (Pletismografia por Deslocamento de Ar): calcula o volume corporal a partir da presença do indivíduo em uma câmara de ar fechada com volume previamente conhecido.

II. Métodos de diluição

Definem o volume de um compartimento corporal pela concentração de um marcador, geralmente isótopos, em um determinado compartimento corporal após a dosagem via oral ou venosa, em um curto período de tempo.

III. Impedância bioelétrica e métodos de condução

a. *Bioelectrical Impedance Analysis* (Impedância Bioelétrica): são utilizados eletrodos no corpo do indivíduo e uma corrente elétrica fraca e alternada é transmitida a ele. Os tecidos aquosos conduzem facilmente a corrente elétrica, enquanto que a GC e os ossos dificultam o processo.

b. *Total Body Electrical Conductivity* (Condutividade Elétrica Corporal Total): o indivíduo é colocado dentro de um cilindro produtor de campo eletromagnético que faz o corpo absorver pequena quantidade de energia liberada em forma de calor.

IV. *Dual-Energy X-Ray Absorptiometry* – DXA (Absorciometria por dupla emissão de raios-x)

Baseia-se em um feixe de raios-X que ultrapassa o indivíduo, e a intensidade com que esses chegam ao outro lado está relacionada à espessura, densidade e composição química corporal. Originalmente, esse método é aplicado a fim de avaliar a densidade mineral óssea, entretanto ele também fornece informações sobre a quantidade de massa magra e gorda.

V. Ressonância Magnética

Resulta da interação de um forte campo magnético com os prótons de hidrogênio do tecido humano, criando uma condição capaz de enviar um pulso de radiofrequência. O sinal coletado é processado e convertido em uma imagem.

VI. Tomografia Computadorizada

Utiliza feixes de raios-X que atravessam o corpo do indivíduo, ao mesmo tempo em que um conjunto de detectores é posicionado no lado oposto para identificar a radiação transmitida. A intensidade é registrada sobre as estruturas ao longo do feixe de raios.

É importante ressaltar que todos os métodos apresentam limitações. Todavia, até o momento, esses avanços tecnológicos fornecem a avaliação mais acurada e precisa para descrever a composição corporal (Ellis 2000; Lee and Gallagher 2008). Especificidades da CCH, como a massa magra, densidade mineral óssea, massa gorda e água corporal total, têm sido cada vez mais descritas nesse campo da pesquisa, porém a GC merece abordagens cada vez mais atualizadas, já que é um importante fator de risco para a saúde. O interesse das pesquisas nesse sentido está além do conhecimento dos extremos de GC. Cada vez mais tem sido investigada a forma como a gordura é distribuída no corpo dos seres humanos, uma vez que a sua localização confere diferentes tipos de riscos à saúde (Vega, Adams-Huet et al. 2006; Reis, Macera et al. 2009).

3.2. Gordura Corporal

O tecido adiposo é um componente importante do corpo humano para a sobrevivência, pois esse serve como um reservatório de energia durante os períodos de privação nutricional (Zafon 2007), além de isolar o corpo do ambiente para manter a homeostase térmica (Frayn, Coppack et al. 1989).

O tecido adiposo não é constante ao longo da vida, existindo três períodos críticos nos quais sofre um aumento importante no corpo humano. São eles: nascimento e primeira infância, idade reprodutiva e envelhecimento (Zafon 2007).

Ao nascer, a criança tem em torno de 15% do seu peso corporal proveniente de gordura, sendo que, entre os quatro e seis meses de vida, 40 a 65% do ganho de peso é decorrente de deposição de gordura (Kuzawa 1998; Schmelzle and Fusch 2002). Durante o primeiro ano e meio de vida, a proporção do peso corporal relativa à gordura é de 25% (Butte, Hopkinson et al. 2000; Schmelzle and Fusch 2002). O esforço do organismo para acumular gordura no início da vida é uma estratégia adaptativa para que seja possível a obtenção de energia suficiente para sobreviver a dois períodos de transição na alimentação: da nutrição placentária à lactação e do aleitamento materno à alimentação sólida (Zafon 2007).

Na idade reprodutiva, o aumento da GC é necessário para a maturação sexual. Nessa fase da vida, o acúmulo de gordura, ajustando para a altura, é em média 34% maior entre as mulheres comparadas aos homens. Essa diferença ocorre devido ao dimorfismo sexual interpretado com uma adaptação do corpo para a reprodução e lactação (Zafon 2007).

Com o avançar da idade, o aumento da GC está relacionado à função endócrina do organismo, de maneira que ocorre uma diminuição na excreção de testosterona, hidroepiandrosterona, estrógenos e hormônio do crescimento (Harman and Blackman 2003; Zafon 2007), facilitando a deposição de gordura no corpo. O percentual de GC (% GC) aumenta mais de 7,5% a cada década em homens e mulheres (Hughes, Frontera et al. 2002).

Também são detectadas diferenças entre os sexos na distribuição de tecido adiposo (Harman and Blackman 2003). Elas são observadas através de razões de medidas antropométricas e podem ser atribuídas a uma tendência para a acumulação periférica de gordura nas mulheres, o que não ocorre entre os

homens, sendo este padrão relatado em todos os grupos étnicos (Wells 2007). Pesquisadores canadenses avaliaram a CCH de indivíduos entre 18 e 84 anos de idade a partir de ressonância magnética e observaram que as mulheres apresentam maiores quantidades de gordura subcutânea que os homens, os quais têm significativamente mais gordura visceral (Kuk, Lee et al. 2005).

A gordura centralizada, ou seja, a maior proporção de gordura no tronco do corpo em comparação às extremidades está associada a complicações metabólicas, aumentando o risco de outras complicações de saúde, independentemente da sua quantidade. Normalmente, os padrões de gordura são caracterizados como androide e ginecoide. O primeiro padrão refere-se a uma maior quantidade de gordura no tronco e menor nas extremidades, enquanto o segundo apresenta-se com maiores quantidades de gordura nos quadris e nas extremidades (Vega, Adams-Huet et al. 2006; Reis, Macera et al. 2009).

O excesso de GC e a tendência a acumulá-la na parte superior do corpo estão associados ao desenvolvimento de diabetes mellitus tipo II, de hipertensão arterial e de morbidades cardiovasculares (Nedungadi and Clegg 2009; Reis, Macera et al. 2009). Esse padrão de distribuição da GC pode ser encontrado em pessoas de ambos os sexos, apesar dos homens, conforme referido anteriormente, estarem mais propensos a acumular gordura no padrão androide (Wells 2007; Nedungadi and Clegg 2009; Reis, Macera et al. 2009).

3.2.1. Determinando a GC

Por muito tempo, o IMC foi utilizado para fornecer informações sobre o excesso de GC. Apesar do IMC ser um método simples, apresenta numerosas desvantagens, principalmente por não distinguir massa magra da massa gorda, podendo levar a erros de classificação (Ellis 2000; Bergman 2011). Outras ferramentas utilizadas são o índice de adiposidade corporal e o índice de massa gorda. O primeiro é utilizado para descrever o % GC para adultos de diferentes etnias, baseado em uma fórmula que leva em consideração a circunferência do quadril $[(\text{circunferência do quadril})/((\text{altura})^{1,5}) - 18]$ (Bergman 2011). Já o segundo índice utiliza a quantidade de massa gorda corporal ajustada para a altura do indivíduo $(\text{massa gorda (Kg)}/\text{altura}^2)$ (VanItallie, Yang et al. 1990).

As medidas das dobras cutâneas também são alternativas muito utilizadas quando se procuram métodos baratos (Laurson, Eisenmann et al. 2011). No entanto, vários outros métodos, mais modernos e acurados, têm sido utilizados para avaliar adiposidade corporal, como a pesagem hidrostática, DXA, pletismografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética. No entanto, são tecnologicamente complexos e caros (Bergman 2011).

Na adolescência, a medida da adiposidade é dificultada pelos efeitos da maturação sexual e pelo crescimento dos tecidos corporais (massa muscular, gorda, óssea e estado de hidratação) (Kuk, Lee et al. 2005; Wells 2007), já que adolescentes com mesma idade, peso e estatura podem encontrar-se em momentos diferentes do seu crescimento (Vitolo 2008).

3.3. Obesidade

A obesidade é definida como acúmulo excessivo ou anormal de GC ou de tecido adiposo e está associada a diversas outras comorbidades (WHO 2012). É importante ressaltar que, nessa situação, há excesso de tecido adiposo e não de peso corporal (Prentice and Jebb 2001).

No Brasil, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram que o excesso de peso em adolescentes de 10 a 19 anos aumentou de forma contínua nos últimos 34 anos. O excesso de peso em 2008-9 atingia, no geral, 20,5% dos adolescentes, sendo que este aumentou cerca de seis vezes entre os meninos (3,7% de 1974-5 para 21,7% em 2008-9) e aproximadamente três vezes entre as meninas (7,6% de 1974-5 para 19,4% em 2008-9). A prevalência de obesidade, nesse mesmo período, aumentou de 0,4% para 5,9% entre meninos e de 0,7% para 4,0% entre as meninas (IBGE 2010).

O período da adolescência é marcado por drásticas transformações biológicas e psicossociais. O diagnóstico nutricional nesse grupo etário precisa levar em conta a maturação sexual, ou seja, adolescentes com a mesma idade, do mesmo sexo, de igual massa corporal e estatura encontram-se em momentos diferentes de maturação sexual (Zafon 2007; Beechy, Galpern et al. 2012). Além disso, durante essa fase da vida, a composição corporal dos jovens também sofre importante alteração em relação à quantidade de massa magra, percentual e

distribuição de gordura, aumentando as diferenças entre meninos e meninas (Cameron 2002).

Atualmente, o diagnóstico de obesidade na adolescência é obtido através do IMC-para-idade maior que mais dois desvios-padrão, conforme as recomendações da OMS (WHO 2007).

Mais recentemente, três estudos internacionais propuseram o uso de pontos de corte para classificar obesidade conforme o % GC de crianças, adolescentes e adultos jovens (McCarthy, Cole et al. 2006; Laurson, Eisenmann et al. 2011; Heo, Faith et al. 2012). Aos 18 anos de idade, dois dos estudos estabeleceram como pontos de corte para obesidade os valores de 23,6% e 44,1% para os meninos e de 34,8% e 42,4% para as meninas, sendo os dados derivados de bioimpedância elétrica e pregas cutâneas, respectivamente (McCarthy, Cole et al. 2006; Laurson, Eisenmann et al. 2011). O trabalho desenvolvido com adultos jovens, utilizando DXA, apresentou um ponto de corte entre os 18 e 29 anos de idade, o qual previa um valor de 29,8% para meninos brancos e de 41,8% para meninas brancas. Para os indivíduos de cor da pele negra, os valores são menores (27,5% entre meninos e 39,9% entre meninas) (Heo, Faith et al. 2012).

3.3.1. Fatores associados à obesidade

Tem sido difícil elencar as causas do aumento da epidemia da obesidade, pois essa doença pode ser compreendida como um agravo de caráter multifatorial que envolve questões biológicas, econômicas, sociais e, até mesmo, culturais. É conhecido que o determinante imediato do acúmulo excessivo de GC é o balanço energético positivo, mas esse processo é desencadeado por uma série de outros fatores que vêm sendo continuamente estudados (Prentice 2001) e que serão abordados a seguir:

a. Fatores genéticos

Existem evidências de que fatores genéticos estejam relacionados com a eficiência do organismo humano no aproveitamento, armazenamento e mobilização dos nutrientes ingeridos, gasto energético e ao controle do apetite (Prentice 2001). No mesmo sentido, trabalhos relatam a associação entre

obesidade em membros de uma mesma família. A obesidade dos pais pode aumentar o risco de obesidade nos filhos por meio de mecanismos genéticos comuns ou por características familiares no ambiente, tais como preferências alimentares, o que leva a concluir que fatores genéticos e ambientais estejam envolvidos no surgimento da morbidade (Prentice 2001; Crossman, Sullivan et al. 2006). Quando ambos os pais são obesos, o risco de o filho também tornar-se é quase duas vezes maior, se comparado ao fato de apenas um dos pais apresentar morbidade (Motta and et al 2004).

b. Fatores socioeconômicos, ambientais e comportamentais

A renda familiar possui uma influência positiva no estilo de vida da família, inclusive das crianças e, dessa forma, influencia a prática de atividade física, as atividades de lazer e também os hábitos alimentares (Koziel, Kolodziej et al. 2000; Maffeis 2000).

No mesmo sentido, análises da associação entre a escolaridade da mãe e do estilo de vida das crianças mostram que crianças de mães com ensino superior praticam mais esportes e apresentam hábitos alimentares mais favoráveis à prevenção da obesidade. Além disso, as atividades educativas e culturais podem ter resultados positivos na prevenção da obesidade e, consequentemente, no acúmulo de massa gorda (Vignerova, Blaha et al. 2004; Patel, Lawlor et al. 2011).

O trabalho materno é outro determinante da cadeia multicausal de determinação de obesidade. Ele influencia tanto na composição de renda familiar e de outros fatores relacionados à infraestrutura domiciliar, quanto aos cuidados despendidos à criança e as suas condições de saúde (Facchini 1995). Crianças cujas mães trabalham fora do lar são mais precocemente desmamadas e expostas ao consumo dos alimentos da família, estando mais susceptíveis ao sobrepeso (Balaban and Silva 2004). Além disso, essas mães teriam uma tendência a agradar os filhos com merendas, que na maioria das vezes apresentam alto valor calórico e baixo valor nutricional (Jesus, Vieira et al. 2010).

O fumo na gestação é outro fator associado ao desenvolvimento de obesidade na infância, com um risco de 2,28 ($p < 0,01$; $RO = 2,28$ [IC95% 1,49-4,04]) em relação às mães que não fumaram (Pryor, Tremblay et al. 2011). O maior

risco de obesidade entre filhos de mães fumantes possivelmente é explicado pelos efeitos vasoconstritores da nicotina, que resultam em hipóxia fetal e, conseqüentemente, em restrição do crescimento intrauterino e maior adiposidade ao nascer (Howe, Matijasevich et al. 2012).

Outro fator bastante estudado é o tipo de parto, pois a cesariana parece estar associada à prevalência de obesidade, como identificado em adultos de 23 a 25 anos de idade pertencentes à coorte de nascimentos de Ribeirão Preto, São Paulo (Goldani, Bettiol et al. 2011). Outro estudo verificou aumento no risco de obesidade em crianças de três anos de idade cujas mães submeteram-se a parto cirúrgico (RO=2,10 [IC95% 1,36-3.23]) (Huh, Rifas-Shiman et al. 2012). Uma possível explicação para esta associação é a não transferência da microbiota vaginal materna para a criança durante o nascimento por parto cirúrgico, sendo que um dos possíveis mecanismos consiste na influência da microbiota sobre a absorção de energia da dieta (Dominguez-Bello, Costello et al. 2010).

Outros fatores maternos também podem contribuir para o incremento de peso e massa gorda na criança, como a idade gestacional. Uma vez que a deposição de gordura fetal ocorre predominantemente no último trimestre da gestação, bebês pré-termos têm menor quantidade de GC no nascimento (Rigo, Nyamugabo et al. 1998). Contudo, há evidências de que, ao atingir a idade próxima a 40 semanas, essas crianças já apresentam aumento da concentração de gordura abdominal (Uthaya, Thomas et al. 2005). Além disso, a idade gestacional inferior a 37 semanas está associada a um aumento da massa corporal na infância ($p=0,02$; RO=1,28 [0,51-3,41]) (Pryor, Tremblay et al. 2011).

Em uma revisão sistemática, observou-se que cada aumento de 1 kg no peso ao nascer estava associado a um aumento de 0,5-0,7 kg/m² no IMC na infância (Parsons, Power et al. 1999). Em outro estudo, o peso ao nascer superior a 4.000g estava associado ao excesso de peso nas crianças com faixa etária entre quatro e cinco anos (Oldroyd, Renzaho et al. 2011). Alguns trabalhos apontam que há uma curva em forma de “J” na relação entre peso ao nascer e risco de obesidade (Rogers 2003), sugerindo um aumento do risco para indivíduos com valores extremos de peso ao nascer. Contudo, o efeito do baixo peso ao nascer sobre o risco de obesidade e sobre a massa gorda ainda é controverso (Wells, Chomtho et al. 2007).

Em uma meta-análise realizada com 10 estudos prospectivos que estudaram a associação entre amamentação e obesidade na infância, pôde-se observar um efeito protetor da amamentação no primeiro ano de vida sobre a obesidade. As crianças amamentadas (amamentação exclusiva ou amamentação junto com fórmula infantil) apresentaram 15% de proteção comparadas àquelas que nunca foram amamentadas (RO=0,85; IC95% 0,74-0,99) (Weng, Redsell et al. 2012). Resultado similar foi encontrado em outra meta-análise com nove estudos, a qual mostrou o efeito protetor da amamentação sobre a obesidade infantil comparada às fórmulas infantis (RO=0,78; IC95% 0,71-0,85) (Arenz, Ruckerl et al. 2004).

Uma possível explicação biológica para essa associação inclui a elevação dos níveis de insulina plasmática devido à utilização de fórmulas infantis, podendo estimular a deposição de gordura, enquanto que os fatores bioativos do leite materno podem modular o crescimento da criança, inibindo a diferenciação de adipócitos. Além disso, a quantidade proteica do leite materno é menor do que a das fórmulas, e alguns estudos sugerem uma associação entre ingestão proteica precoce e maior IMC (Arenz, Ruckerl et al. 2004).

Ademais, não foi encontrada evidência de que a introdução precoce de alimentos sólidos tenha um impacto sobre a obesidade na infância. Sugere-se que, possivelmente, a amamentação esteja confundindo a associação entre idade de introdução dos alimentos e obesidade, já que nenhuma associação foi encontrada em crianças amamentadas (Weng, Redsell et al. 2012).

Outro fator que parece ter influência no risco de desenvolver obesidade é o padrão de ganho de peso na infância, sendo que o ganho de peso acelerado está associado a maior IMC na infância. No que se refere à composição corporal, observam-se diferenças sistemáticas entre estudos de países de alta e baixa ou média renda. Em estudos europeus, o ganho ponderal na infância prediz a altura, a massa magra e a massa gorda, ao passo que, em estudos realizados em países de baixa ou média renda, o ganho de peso está associado de forma positiva com altura e massa magra, mas não com massa gorda (Li, Stein et al. 2003; Sayer, Syddall et al. 2004; Euser, Finken et al. 2005; Sachdev, Fall et al. 2005; Ekelund, Ong et al. 2006).

A inatividade física também contribui para um desequilíbrio entre o consumo e o gasto energético (Crossman, Sullivan et al. 2006). Desde a década passada, estudos têm apontado que a cada hora que um adolescente com idade entre 11 e 17 anos passa assistindo à televisão aumenta em 2% a prevalência de obesidade (Dietz and Gortmaker 1985; Gortmaker, Must et al. 1996). Assistir à televisão pode conferir risco através de uma redução do gasto energético, contribuindo para o comprometimento da regulação do balanço energético (Prentice 2001).

O consumo alimentar baseado na ingestão frequente de alimentos com alta densidade energética, açúcar simples, gordura saturada, sódio, conservantes e pobres em fibras e micronutrientes tem sido apontado como preditor de obesidade (Kant and Graubard 2005). Hábitos inadequados, como o de omitir refeições, especialmente o desjejum, juntamente com o consumo de refeições rápidas, fazem parte do estilo de vida dos adolescentes, sendo considerados comportamentos que contribuem para o desenvolvimento da obesidade (Kant and Graubard 2005). Alguns estudos examinaram as relações entre nutrientes, particularmente a gordura da dieta e a obesidade, mas a evidência epidemiológica permanece controversa (Matthews, Wien et al. 2011). Uma revisão de estudos (Togo, Osler et al. 2001), que apresentava a associação entre o consumo de gordura dietética e obesidade, concluiu que o percentual de energia a partir de gordura da dieta foi positivamente associado à obesidade, porém a limitação principal desse achado foi o fato de que os estudos que integravam a revisão eram de corte transversal. Trabalhos prospectivos da associação entre a ingestão de gordura e o ganho de peso mostram resultados inconsistentes após ajuste para possíveis fatores de confusão (Alexy, Sichert-Hellert et al. 2004).

3.4. Duração do sono

Diversos estudos respaldam a hipótese de que a quantidade e a qualidade do sono noturno seriam fatores relevantes relacionados com a obesidade (Bass and Turek 2005; Eisenmann, Ekkekakis et al. 2006). Atualmente, a população de países industrializados tem diminuído a quantidade de sono noturno (National Sleep Foundation 2013). Dados dos EUA mostram que os adultos têm reduzido entre 1 e 2 horas a sua quantidade de sono e mais de um terço dos adultos

jovens referiram dormir menos de 7 horas (National Sleep Foundation 2013), fenômeno igualmente reportado em crianças e adolescentes (Dollman, Ridley et al. 2007; Van Cauter and Knutson 2008).

Uma das mudanças comportamentais que se tem observado nas sociedades industrializadas tem sido a diminuição do sono noturno (Rajaratnam and Arendt 2001). A disponibilidade de luz elétrica, equipamentos tecnológicos, maior demanda de trabalho, turnos de trabalho, entre outros fatores, têm sido associados com esse fenômeno (Rajaratnam and Arendt 2001). Dessa forma, adolescentes de diferentes culturas utilizam televisão, computadores e outros equipamentos eletrônicos diariamente e por longos períodos de tempo, tendo como consequência o retardo no início do sono e a redução do mesmo (Gibson, Powles et al. 2006; Calamaro, Mason et al. 2009).

O sono, assim como a dieta e a atividade física, desempenha um papel-chave no crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde, uma vez que participa da regulação dos processos de aprendizagem, do desenvolvimento cerebral, da restauração somática e de diferentes padrões endócrinos (Peirano and Algarin 2007). O principal fator modificador da quantidade de sono é a idade e, apesar da grande variabilidade interindividual, existem referências a respeito da quantidade diária de sono para os diferentes grupos etários (Ohayon, Carskadon et al. 2004). A recomendação para uma criança menor de cinco anos é de 11 horas e essa quantidade diminui progressivamente em função da idade para 10, 9 e 8 horas em escolares, adolescentes e adultos, respectivamente (Iglowstein, Jenni et al. 2003).

Dados experimentais e observacionais recentes suportam a hipótese de que um padrão inadequado de sono (quantidade, qualidade e horário) pode contribuir para distúrbios metabólicos, levando a um maior ganho de peso e risco de obesidade em diversos grupos etários (Knutson and Van Cauter 2008).

A evidência para isso é baseada na coincidência entre o notável aumento da prevalência de sobrepeso/obesidade e o aumento na prevalência do chamado “débito de sono”, caracterizado pelo menor tempo destinado a dormir e mantido cronicamente (McAllister, Dhurandhar et al. 2009).

É importante destacar que se tem reportado uma relação em forma de “U” entre a quantidade de sono e o IMC em adultos, pois uma maior quantidade de

sono também se associaria com maior risco de obesidade (Buxton and Marcelli 2010). Estes resultados, no entanto, poderiam refletir a existência de transtornos do sono e não necessariamente o efeito da quantidade de sono sobre o peso corporal. Neste sentido, vale ressaltar que a prevalência de certos transtornos do sono aumenta com a idade (Knutson and Turek 2006).

Uma associação inversa entre a quantidade de sono e risco para obesidade tem sido evidenciada em diferentes grupos etários (Patel and Hu 2008). Estudo realizado na Alemanha entre 1999 e 2000, com 6.800 crianças de 5 a 6 anos de idade, evidenciou que a prevalência de obesidade e o % GC diminuíram com o aumento da duração do sono, e que o risco de ser obeso foi menor (OR 0,45; IC95%: 0,28 – 0,75) naquelas crianças que atingiram as horas recomendadas de sono (von Kries, Toschke et al. 2002).

Estudos prospectivos com crianças confirmaram tal resultado (Taveras, Rifas-Shiman et al. 2008; Touchette, Petit et al. 2008). Touchette e colaboradores coletaram anualmente informações sobre o padrão de sono e o risco para obesidade em uma amostra de 1.138 crianças canadenses entre 2,5 e 6 anos de idade, observando que quem manteve uma duração do sono abaixo do recomendado (< 11 horas) teve maior risco para ser obeso na primeira infância (Touchette, Petit et al. 2008). Outro estudo de coorte, realizado na Nova Zelândia, evidenciou que uma menor quantidade de sono aos 10 anos de idade aumentou o risco de desenvolver obesidade aos 30 anos, mesmo após ajuste para diversos fatores de confusão (Landhuis, Poulton et al. 2008).

Poucos estudos têm confirmado essas associações utilizando métodos objetivos de registro, como a actigrafia (permite registrar a atividade motora e inferir, através dessa informação, os períodos de sono e vigília durante períodos prolongados de tempo) (Acebo, Sadeh et al. 1999) ou a polissonografia (que é um teste multiparamétrico utilizado no estudo do sono e de suas variáveis fisiológicas, sendo considerado o “padrão-ouro” para definir as desordens do sono (Fujita, Moysés et al. 2003). Estudo longitudinal realizado na Nova Zelândia com 519 crianças de sete anos de idade demonstrou que menos de 9 horas de sono foi um fator de risco para sobrepeso/obesidade e também foi associado a um aumento de 3,3% na GC (Nixon, Thompson et al. 2008). Em um estudo transversal com 383 adolescentes americanos, foi evidenciada que a chance de obesidade entre

11 e 16 anos de idade aumentou 1,8 vezes para cada hora a menos de sono (Gupta, Mueller et al. 2002). Investigações com populações adultas têm mostrado resultados consistentes com essas descobertas (van den Berg, Knvistingh Neven et al. 2008; Lauderdale, Knutson et al. 2009).

Até hoje, são desconhecidos os mecanismos biológicos precisos que mediam essa relação. No entanto, vários estudos em animais e em humanos têm sugerido alguns (Knutson, Spiegel et al. 2007) (Figura 2). Estes mecanismos poderiam conduzir a uma estimulação do apetite, maior ingestão energética e diminuição da atividade física, propiciando o ganho de peso (Taheri 2006).

Tem sido proposto que a relação entre privação do sono e a obesidade poderia relacionar-se a um desequilíbrio dos padrões neuroendócrinos reguladores do apetite e do balanço energético (Knutson 2007).

Estudo transversal com 1.024 americanos adultos evidenciou uma associação entre curta duração do sono e obesidade. Além disso, a duração do sono autorreferida e determinada por polissonografia foi associada com mudanças nos hormônios que afetam o apetite e o gasto energético (Taheri, Lin et al. 2004). Os níveis circulantes de leptina e grelina, dois hormônios opostos na regulação do apetite, foram medidos. A leptina é liberada pelos adipócitos para sinalizar a extensão dos depósitos de gordura para o hipotálamo. Baixos níveis de leptina sinalizam um déficit de energia e têm um efeito muito mais forte do que altos níveis, que é usualmente observado na obesidade, onde há resistência à leptina (Leibel 2002). A grelina é liberada principalmente pelo estômago. Seus níveis são maiores antes das refeições e diminuem com a ingestão de alimentos, sugerindo que esse hormônio sinaliza a fome (Kojima and Kangawa 2005). Dados de um estudo laboratorial com humanos utilizando a restrição parcial do sono sugerem que a restrição do sono é associada com mudanças nos níveis de leptina, grelina e outros hormônios como o cortisol, aumentando o apetite e o desejo por alimentos altamente energéticos (Spiegel, Leproult et al. 2004). Esse estudo sugere que pequenas restrições no sono de adultos jovens, como duas ou três noites de restrição do sono, podem ter efeitos profundos nos hormônios metabólicos.

Essa combinação de achados de estudos observacionais e experimentais aponta para importantes mecanismos fisiológicos entre sono e metabolismo. No

entanto, muitas questões ainda necessitam ser respondidas. A maioria dos estudos que investigam o efeito do sono no metabolismo concentra-se em populações adultas, com isso, pouco se sabe sobre crianças e adolescentes, que podem ser mais vulneráveis às consequências da perda de sono.

A privação do sono pode resultar em fadiga e excesso de sono durante o dia (Taheri 2006). Estudo longitudinal, realizado nos Estados Unidos, encontrou que 40% dos adolescentes de 12 a 16 anos reportaram acordar cansados, o que poderia ter um efeito negativo na prática de atividade física diária (Knutson 2005). Além disso, a atividade física tem um efeito benéfico sobre o sono, o que sugere um sinergismo negativo entre curta duração do sono e baixos níveis de atividade física (Taheri 2006).

O sono, certamente, não é a única explicação para a pandemia de obesidade, mas o seu efeito precisa ser considerado, pois pode ser um fator relacionado à sua etiologia. Certamente existe uma grande dificuldade em se provar uma relação causal entre duração do sono e obesidade, pois estamos lidando com sistemas fisiológicos altamente complexos. Além disso, ensaios clínicos controlados ou cegos não podem ser realizados. Embora a extensão do sono seja possível de ser manejada, poucos estudos têm estudado isso por um longo período.

Promover o sono adequado entre crianças e adolescentes pode não só ajudar na luta contra a obesidade como também proporcionar outros benefícios à saúde, como prevenção da hipertensão arterial sistêmica (Gangwisch, Heymsfield et al. 2006), e à educação, como a melhoria no desempenho acadêmico (Wolfson and Carskadon 2003).

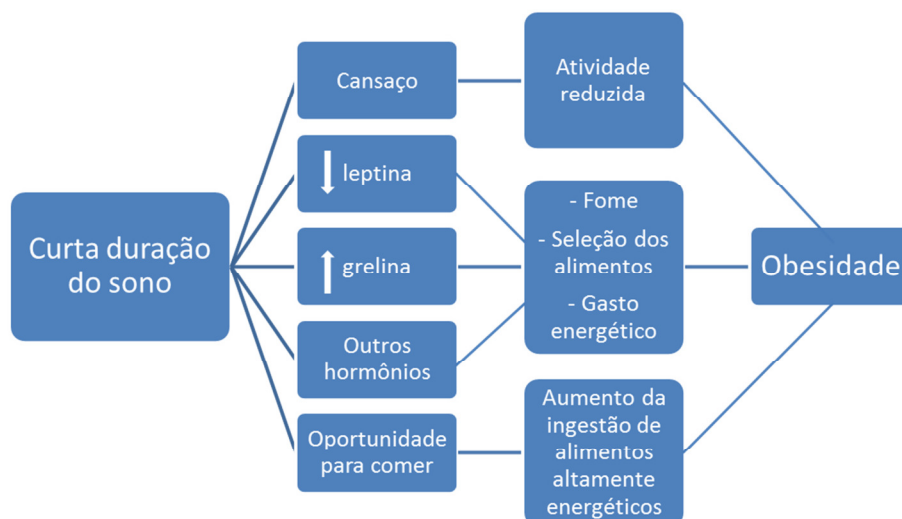


Figura 2. Potenciais mecanismos envolvidos na relação entre curta duração do sono e obesidade adaptado de Taheri (Taheri 2006).

4 Modelo conceitual

A partir da revisão de literatura, construiu-se um modelo conceitual da relação entre duração do sono e massa gorda na adolescência (Figura 3).

Em relação aos determinantes distais da massa gorda na adolescência citam-se renda familiar, escolaridade materna, trabalho materno, adiposidade dos pais, fumo materno, sexo e genética.

Em relação aos determinantes nos primeiros anos de vida, destacam-se amamentação e ganho ponderal. Por fim, considerando os determinantes mais proximais, pode-se ressaltar dieta, atividade física, duração do sono e obesidade na infância.

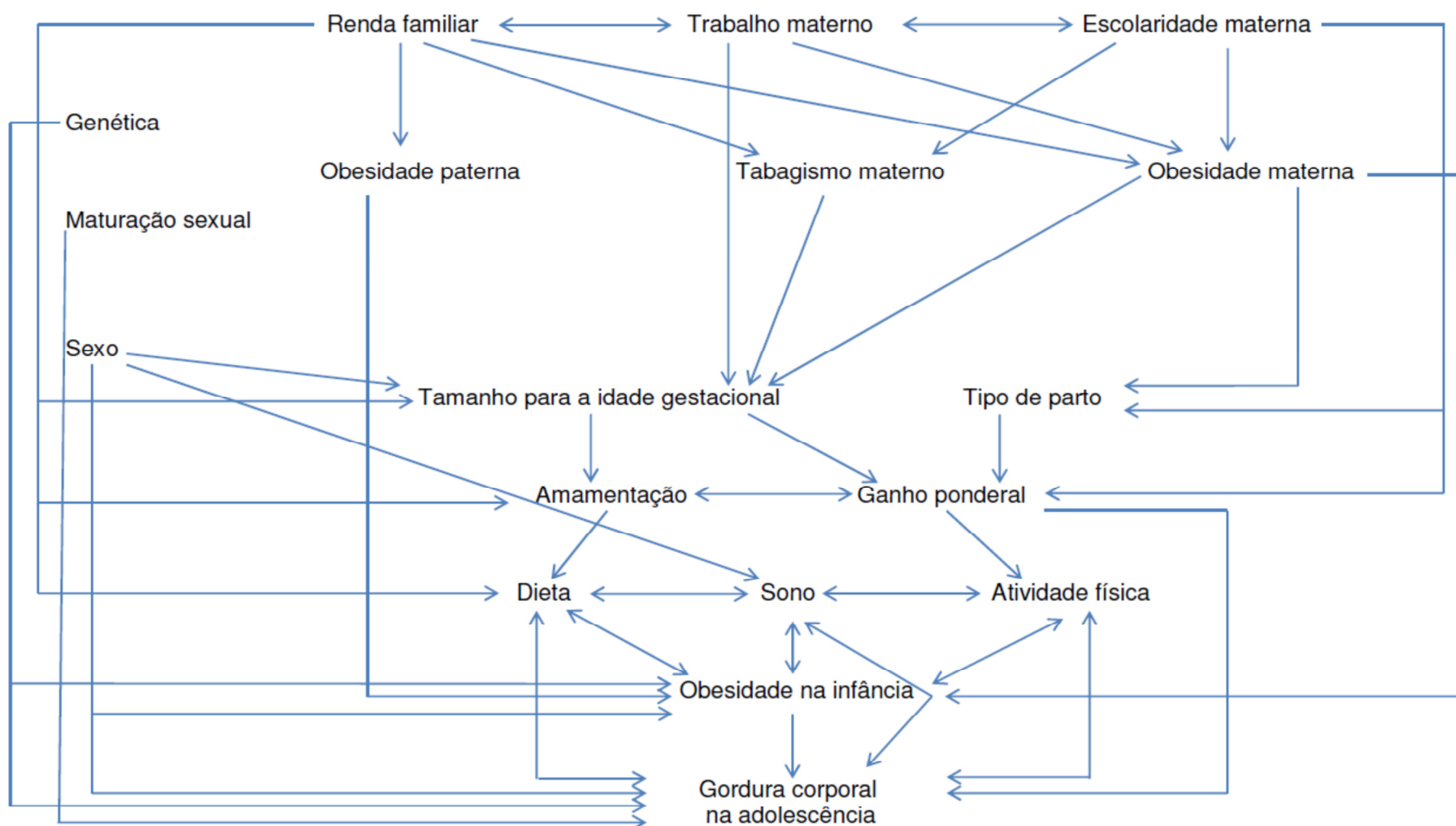


Figura 3. Modelo teórico da relação entre a duração do sono e a gordura corporal na adolescência.

5 Justificativa

A prevalência mundial de obesidade vem aumentando de forma assustadora. No período entre 1980 e 2008 essa prevalência praticamente dobrou (Stuckler 2008), atingindo níveis epidêmicos (Caballero 2007). Esses dados tornam-se ainda mais preocupantes se considerarmos as consequências do excesso de peso, já que cerca de 2,8 milhões de pessoas morrem anualmente em decorrência do excesso de peso ou obesidade (WHO 2009).

No Brasil, é crescente a preocupação com o excesso de peso e a obesidade. O excesso de peso entre os adolescentes brasileiros alcançou 21,5% em 2008-9 e tem aumentado significativamente nas últimas três décadas entre meninos e meninas. Da mesma forma, a prevalência de obesidade apresentou um aumento alarmante, atingindo em 2008-9 5,9% dos meninos e 4,0% das meninas (IBGE 2010).

A obesidade na adolescência está associada à obesidade na vida adulta, sendo fundamental evitar o ganho de peso excessivo nessa faixa etária, já que cerca de 70 a 80% dos adolescentes obesos serão adultos obesos e terão risco aumentado para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas (Zafon 2007).

Considerando que o IMC não diferencia massa magra de massa gorda, é fundamental a utilização de métodos de avaliação da CCH mais precisos, pois é importante não apenas avaliar os fatores relacionados ao aumento da obesidade medida pelo IMC, mas também como esses fatores podem afetar a CCH, especialmente a quantidade de GC total (Prentice and Jebb 2001).

Muitos são os fatores envolvidos no acúmulo de GC, dentre eles está a inatividade física, história familiar de obesidade, omissão de refeições e consumo de alimentos de alta densidade energética (Collins, Watson et al. 2010). Mais recentemente, despertou-se o interesse no papel que a duração do sono pode desempenhar no desenvolvimento da obesidade e/ou no acúmulo de GC, isso se deve, principalmente, pela relação inversa entre prevalência de duração de sono e obesidade na sociedade moderna (McAllister, Dhurandhar et al. 2009).

Conforme observado através da revisão da literatura, poucos estudos realizam análises ajustadas para possíveis fatores de confusão ou mediadores importantes da associação entre duração do sono e composição corporal, tais

como atividade física, dieta e maturação sexual. Além disso, poucos estudos foram realizados em países de baixa ou média renda, dificultando o entendimento de como a duração do sono pode influenciar a composição corporal dos adolescentes desses países.

A coorte de nascimentos de 1993 da cidade de Pelotas/RS possui informações sobre a duração do sono dos jovens aos 11 e 18 anos de idade, e sobre a composição corporal aos dezoito anos. Além disso, possui uma série de variáveis, em ambos os acompanhamentos, que permitirão controle de possíveis fatores de confusão, nas análises. Diante da importância do tema e da escassez de trabalhos longitudinais que avaliem o efeito da duração do sono sobre composição corporal de adolescentes, justifica-se a realização da pesquisa aqui proposta.

6 Objetivos

6.1. Objetivo Geral

Estudar a associação entre a duração do sono durante a adolescência e a GC aos 18 anos de idade na coorte de nascimentos de 1993 da cidade de Pelotas/RS.

6.2. Objetivos Específicos

- Descrever a duração do sono aos 11 e aos 18 anos de idade, de acordo com variáveis demográficas, socioeconômicas e de estilo de vida;
- Descrever a GC (em Kg, em % e através do índice de massa gorda) aos 18 anos de idade, de acordo com variáveis demográficas, socioeconômicas, nutricionais e de estilo de vida;
- Analisar o efeito da trajetória da duração do sono dos 11 aos 18 anos de idade sobre a GC (em Kg, em % e através do índice de massa gorda) aos 18 anos de idade;

7 Hipóteses

- Jovens que possuem uma trajetória de curta duração do sono apresentam os maiores valores de GC (em Kg, em % e através do índice de massa gorda) aos 18 anos;

- As meninas apresentam maiores valores de GC (em Kg, em % e através do índice de massa gorda) aos 18 anos, em comparação aos meninos de mesma idade;
- Jovens pertencentes a famílias com maiores índices de bens possuem maiores valores de GC (em Kg, em % e através do índice de massa gorda) aos 18 anos de idade comparados àqueles pertencentes a famílias com menores índices de bens;
- Filhos de pais com maior escolaridade apresentam maiores valores de GC (em Kg, em % e através do índice de massa gorda) aos 18 anos quando comparados aos jovens de mesma idade filhos de pais menos escolarizados;
- Adolescentes com maior grau de escolaridade apresentam maiores valores de GC (em Kg, em % e através do índice de massa gorda) aos 18 anos, quando comparados aos jovens de mesma idade com menor nível de instrução;
- Aos 11 anos de idade, os adolescentes apresentam, em média, uma duração do sono superior à duração do sono aos 18 anos de idade;
- Adolescentes inativos, com maior tempo de tela e que apresentam maior nível socioeconômico possuem menor duração do sono do que seus pares;
- Tanto aos 11 quanto aos 18 anos de idade, adolescentes do sexo masculino apresentam maiores prevalências de curta duração do sono;

8 Metodologia

8.1. Delineamento

Estudo longitudinal prospectivo desenvolvido com dados da coorte de nascimentos de 1993 da cidade de Pelotas/RS. Essa coorte de nascimentos é um estudo de base populacional que recrutou, no ano de 1993, todos os nascimentos hospitalares de mulheres que residiam na zona urbana de Pelotas e acompanhou, em diferentes momentos, todos os indivíduos que integravam o estudo. O último acompanhamento ocorreu de setembro de 2011 a março de 2012, quando os jovens tinham, em média, dezoito anos de idade.

8.2. Metodologia da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas/RS

No estudo de coorte de 1993, todos os partos hospitalares ocorridos na zona urbana de Pelotas entre os dias 1º de janeiro a 31 de dezembro de 1993 foram visitados por um integrante da pesquisa. Além disso, 42 mulheres tiveram seus filhos em casa e posteriormente foram levadas para o hospital. O número total de partos, nesse ano, foi 6.410.

A linha de base do estudo foi composta por 5.320 crianças, sendo que sete mães não foram encontradas, e nove recusaram-se a participar da pesquisa, proporcionando uma taxa de perdas e recusas perinatais de 0,3%. Dentre as 5.304 mães entrevistadas, em 55 dos casos, o feto foi retirado da mãe sem vida, portanto a população final da coorte de 1993 foi composta por 5.249 crianças nascidas vivas, filhos de mães residentes na zona urbana da cidade de Pelotas/RS que foram localizadas nos hospitais e que aceitaram participar do estudo.

A partir da linha de base, outros acompanhamentos foram realizados com a amostra total e com subamostras. Abaixo, a Figura 4 sintetiza os principais acompanhamentos realizados na coorte de 1993.

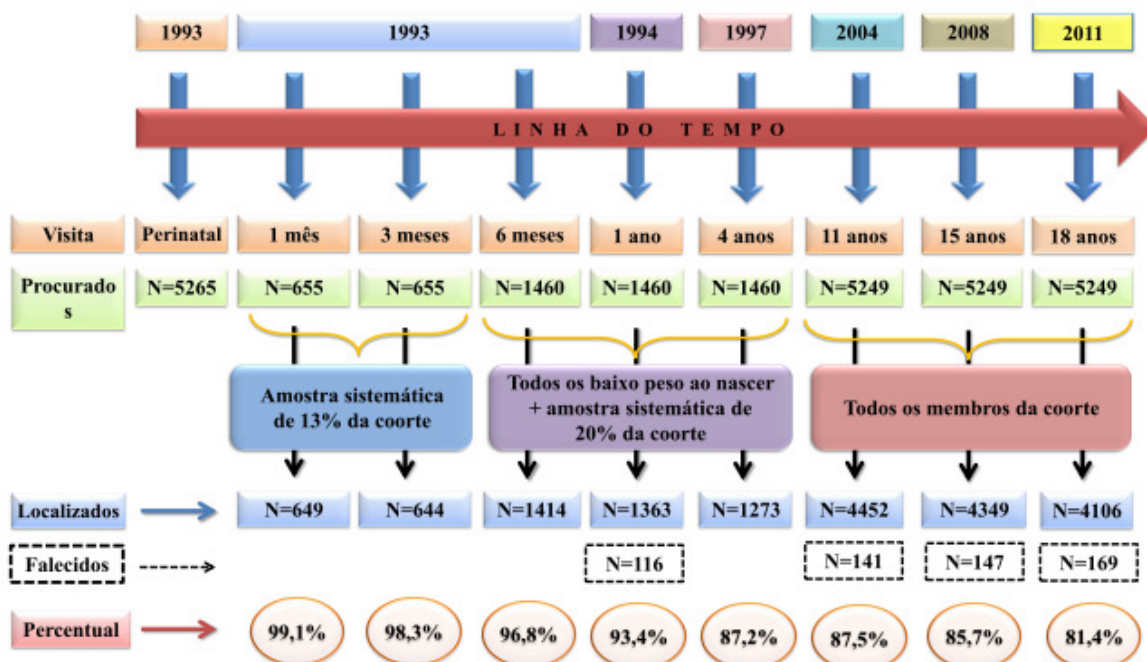


Figura 4. Principais acompanhamentos da coorte de nascimentos de 1993 na cidade de Pelotas/RS.

Detalhes sobre os acompanhamentos são encontrados em publicação metodológica específica (Victora, Araujo et al. 2006).

8.3. População alvo do estudo

Adolescentes participantes da coorte de nascimentos de 1993.

8.4. Critérios de inclusão

- Ter participado dos acompanhamentos da coorte de 1993 aos 11 e 18 anos de idade;
- Ter informações sobre a duração do sono aos 11 e 18 anos de idade.
- Ter informações sobre a composição corporal aos 18 anos de idade.

8.5. Critérios de exclusão

- Nascimentos hospitalares de mulheres que residiam na zona rural de Pelotas, nascimentos em outra cidade ou na residência no ano de 1993;
- No acompanhamento dos 18 anos, para realização dos exames, foram excluídas jovens grávidas ou com suspeita de estarem grávidas, adolescentes utilizando gesso e cadeirantes.

8.6. Instrumentos

Todos os instrumentos utilizados nos acompanhamentos da coorte de nascimentos de 1993 estão disponíveis no endereço eletrônico <www.epidemioufpel.org.br>.

8.6.1. Instrumento para coleta do desfecho

A coleta das informações referente ao desfecho deste estudo (GC aos 18 anos) foi realizada através de pletismografia por deslocamento de ar (BOD POD®). Para a realização do exame, os jovens recebiam roupas adequadas, como *top* e bermuda confeccionados em elastano de média compressão, além de usarem touca de silicone de boa aderência na cabeça. A utilização de tal indumentária objetivou minimizar disparidades na medida do volume corporal, uma vez que o método é baseado no ar deslocado pelo volume do corpo dentro

da câmara. Se não houver compressão dos cabelos e roupas, as estimativas da composição corporal são afetadas. Para garantir um alto nível de precisão de aferição, durante as medições, foi mantido um ambiente estável através de algumas regras:

- O aparelho era ligado no mínimo trinta minutos antes da realização do primeiro exame (esse é um procedimento de aquecimento, para que o sistema elétrico funcione em temperatura adequada);
- A sala era mantida a uma temperatura estável entre 21 e 27°C, e a umidade do ar entre 20 e 70%;
- Não era permitida a abertura da porta e trânsito de pessoas durante a realização do exame. A janela era mantida sempre fechada.

Durante a realização do exame, alguns dados do participante como nome, sexo e altura (medida duas vezes na sala da pletismografia), eram registrados no computador e inseridos em um software que comunicava o momento em que o jovem deveria subir na balança para a aferição do peso (em Kg). Após a verificação, era realizado o processo de calibração do volume total da câmara vazia, seguida da calibração do volume conhecido. Posteriormente, o jovem entrava no aparelho e tinha o volume de seu corpo medido.

Eram realizadas duas medidas do volume corporal e, caso a primeira fosse inconsistente em relação à segunda, uma terceira medida era realizada. A Figura 5 mostra a posição do membro da coorte para a realização do exame e os compartimentos do aparelho de pletismografia utilizado.

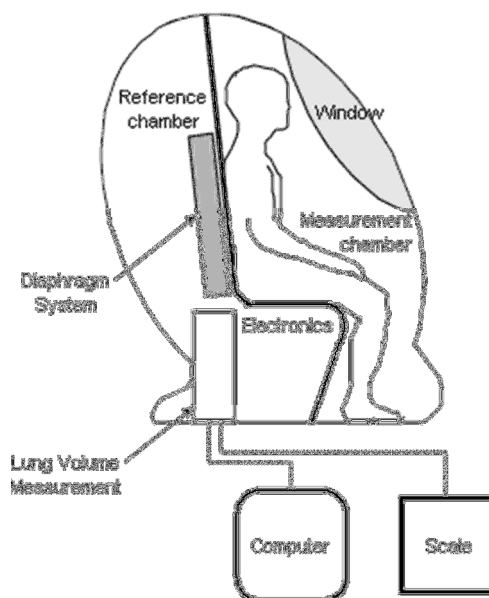


Figura 5. Posição do jovem durante o exame e compartimentos do BOD POD® (Ellis 2000).

O BOD POD® é um aparelho constituído de fibra de vidro, contendo janela de acrílico, assento em seu interior, para o avaliado acomodar-se, e porta com dispositivos eletromagnéticos para o seu fechamento. No interior da câmara, o volume aproximado é de 450 litros, constituindo um ambiente confortável para o participante da pesquisa (Ellis 2000; Beechy, Galpern et al. 2012).

Ao introduzir o avaliado em câmara fechada e isolada do meio exterior em condições isotérmicas, com pressão (p_1) e volume (v_1) de ar em seu interior previamente conhecidos, a quantidade de ar comprimido em razão do espaço ocupado pela massa corporal deverá diminuir o volume de ar existente no interior da câmara em proporção idêntica ao aumento da pressão interna. Ao determinar-se a nova pressão interna (p_2) com o avaliado dentro da câmara, torna-se possível estimar o volume (v_2) de ar em seu interior mediante utilização da relação $p_1 \times v_1 = p_2 \times v_2$. Por subtração de ambos os volumes de ar no interior da câmara (v_1 e v_2), determina-se o volume corporal (Ellis 2000; Beechy, Galpern et al. 2012).

8.6.2. Instrumento para coleta da exposição

A coleta das informações sobre a exposição principal foi realizada através da aplicação de duas perguntas: “Geralmente, que horas tu dormes em um dia de semana sem ser sábados e domingos?” e “Geralmente, que horas tu acordas

em um dia de semana sem ser sábados e domingos?”. Ambas as perguntas foram realizadas nos acompanhamentos dos 11 e 18 anos de idade e as respostas eram obtidas em horas e minutos. Para fins deste projeto, será criada a variável duração do sono através da diferença entre a hora habitual de acordar e dormir.

8.7. Principais variáveis a serem estudadas

8.7.1. Variável dependente

A variável dependente será a GC dos jovens de 18 anos da coorte de nascimentos de 1993, obtida através do exame de pletismografia por deslocamento de ar (BOD POD[®]), descrito anteriormente. As estimativas de GC serão analisadas na forma contínua em Kg, em % de gordura em relação à massa corporal total e através do índice de massa gorda. Posteriormente, essas variáveis serão trabalhadas de maneira contínua, em quintis e em escore z.

8.7.2. Variáveis independentes

As variáveis independentes de interesse para o presente trabalho foram medidas aos 11 e 18 anos de idade. O Quadro 5 apresenta as variáveis e suas definições.

Quadro 6. Descrição das variáveis independentes.

Demográficas (11 e 18 anos)	Definição
Sexo	Masculino/Feminino
Cor da pele	Branca/Preta/Outras
Socioeconômicas (11 e 18 anos)	Definição
Índice de bens	Tercis
Escolaridade chefe da família	0 a 4/5 a 8/9 a 11/12 ou mais anos completos de estudo
Escolaridade do jovem	0 a 4/5 a 8/9 a 11/12 ou mais anos completos de estudo
Nutricional (11 e 18 anos)	Definição
IMC	Contínuo
Comportamentais	Definição
Duração do sono aos 11 e 18 anos de idade	<8h; 8-10, 9h ou ≥11h Contínua
Consumo de gordura e fibras aos 11 anos	Elevado/Não elevado
Consumo alimentar aos 18 anos	Padrões alimentares obtidos por análise de componentes principais
Atividade Física aos 11 e 18 anos	<150 minutos semanais= prática insuficiente ≥150 minutos semanais= ativo
Tempo assistindo à televisão, jogando vídeo game ou utilizando computador os 11 e 18 anos	<2h; 2-4h ou >4h por dia
Trabalhador aos 18 anos	Sim/Não
Estudante aos 11 e 18 anos de idade	Sim/Não

8.8. Cálculo do poder estatístico do estudo

Uma vez que as exposições que serão utilizadas neste trabalho foram coletadas nos acompanhamentos de 2004 (11 anos de idade) e 2011-12 (18 anos de idade), realizou-se o cálculo de poder amostral ao invés do cálculo de tamanho amostral. Os cálculos foram realizados com base em dados da literatura sobre medidas de GC, em % e em Kg, de acordo com a duração do sono, bem como em informações sobre as frequências de duração do sono dos adolescentes da

coorte de 1993. Para tanto, foi considerado um valor alfa de 0,05, sendo obtido poder próximo a 100% para todas as associações. Cálculos estratificados por sexo não foram realizados devido à indisponibilidade de dados. O Quadro 6 apresenta as médias de GC utilizadas nos cálculos e o número de adolescentes da coorte em cada categoria.

Quadro 7. Cálculos de poder amostral para associações entre duração do sono e GC (em % e em Kg).

Gordura corporal (%)								
Duração do sono menor que 8h								
Referência	Populaçã	Média 1	Média 2	N 1	N 2	DP 1	DP 2	Poder
Martinez - Gomez et al. 2011	Geral	22,84	23,57	1535	2565	1,05	0,93	100%
Garaulet et al., 2011	Geral	20,96	19,74	1535	2565	8,80	8,87	99%

Média1: média de GC entre expostos

Média2: média de GC entre não-expostos

N1: frequência de adolescentes da coorte de 1993 expostos

N2: frequência de adolescentes da coorte de 1993 não-expostos

DP1: desvio padrão da média1

DP2: desvio padrão da média2

8.9. Seleção e treinamento de entrevistadores

Para a realização dos exames de composição corporal e entrevistas sobre saúde e comportamento dos jovens da coorte de 1993, foram selecionados e treinados pessoas com ensino médio completo e maiores de dezoito anos de idade. Todos os selecionados, como parte de um treinamento pré-trabalho de campo, participaram de um estudo piloto, realizado durante dois turnos para que as condições de logística da pesquisa fossem avaliadas.

8.10. Logística e coleta de dados

Desde 2010, os endereços e telefones dos integrantes do sexo feminino da coorte, estavam sendo atualizados. Durante o período de alistamento militar, de janeiro a abril de 2011, foram checados todos os cadastros realizados na junta

militar de Pelotas, a fim de identificar os membros masculinos da coorte e atualizar seus endereços e telefones.

Com o banco de dados de endereços atualizado, a partir do mês de agosto de 2011, foram contatados os participantes da coorte, de acordo com a ordem do mês de aniversário, através de ligação telefônica, no intuito de garantir que seriam chamados apenas aqueles jovens que já tivessem completado dezoito anos. Durante a ligação, a auxiliar de pesquisa da coorte convidava o jovem a visitar a clínica das coortes localizada nas dependências do Centro de Pesquisas em Saúde Amílcar Gigante da Universidade Federal de Pelotas, para responder algumas perguntas sobre sua saúde, trabalho e estilo de vida, como também para realizar exames de composição corporal.

Todos os jovens que visitaram a clínica responderam a um questionário aplicado por entrevistadora, através de um *Personal Digital Assistant* (PDA), preencheram o Questionário de Frequência Alimentar (QFA) e o questionário confidencial, realizaram testes psicológicos, realizaram exames de composição corporal (Pletismografia e DXA), de sangue, de ultrassom de carótida, de espirometria e fizeram uma varredura de imagem corporal - 3D (*Photonic Scanner*). Ainda, receberam um monitor de atividade física (acelerômetro) para permanecer anexo ao punho por um período de uma semana. Alguns participantes faziam parte de subamostras para avaliação da saúde bucal, determinação da água corporal total (deutério) e para obtenção da espessura do músculo adutor do polegar. Aqueles jovens que não compareceram à clínica foram visitados e os principais questionários e exames foram realizados no domicílio. Os jovens que se deslocaram até a clínica receberam ajuda de custo e lanche.

8.11. Estudo piloto

Foram realizados pré-pilotos para testagem dos instrumentos utilizados nos acompanhamentos dos 11 e 18 anos. No último acompanhamento também foi simulada a logística do fluxo de reavaliação dos questionários e dos exames na clínica das coortes. Ambos, testagens e estudo piloto, foram realizados com jovens não pertencentes à coorte de nascimentos de 1993 de Pelotas/RS.

9 Supervisão e controle de qualidade

Os acompanhamentos da coorte de 1993 seguiram diferentes procedimentos para garantir a qualidade dos dados coletados. Dentre os principais estão:

- Treinamento e aplicação de instrumentos de forma padronizada;
- Treinamento, padronização e repadronização durante o trabalho de campo das medidas antropométricas;
- Calibração periódica dos equipamentos de aferições;
- Reuniões entre pesquisadores e supervisores, e deles com a equipe para padronização da solução de problemas e imprevistos;
- Repetição de 10% das entrevistas;
- Checagem de inconsistências no banco de dados em tempo real.

Nesse último acompanhamento (2011-12), os doutorandos, juntamente com a supervisora do trabalho de campo, controlaram diariamente o desenvolvimento do trabalho dos entrevistadores. As dúvidas eram resolvidas no momento da coleta.

Para facilitar o controle de entrevistas e exames realizados, os participantes usavam um crachá com código de barras em que eram marcados os procedimentos realizados, facilitando, assim, o fluxo dos jovens dentro da clínica.

10 Processamento dos dados

Os dados gerados pelos questionários através do PDA, software do QFA e aparelhos de composição corporal eram transferidos eletronicamente para as bases de dados. Dados de questionários impressos foram digitados. Após esse processo, os bancos de dados foram reunidos e transformados para as análises no programa STATA 12.1.

11 Análise dos dados

Em relação ao artigo descritivo, serão analisadas as distribuições de frequência das variáveis independentes e calculada frequência, medidas de tendência central e de dispersão da variável dependente (duração do sono). Além

disso, análises bivariadas serão realizadas utilizando os testes t-student, análise de variância (ANOVA) e teste de Qui-quadrado para heterogeneidade e/ou tendência linear, conforme a natureza das variáveis independentes, a fim de explorar os possíveis fatores associados à duração do sono. Todas as análises serão estratificadas por sexo.

Para o artigo analítico, estão previstas, inicialmente, análises descritivas das variáveis de exposição e do desfecho (GC), apresentando-se as frequências absoluta e relativa das variáveis categóricas e medidas de tendência central e de dispersão das variáveis contínuas. Em seguida serão realizadas análises bruta e ajustada para possíveis fatores de confusão, através da regressão linear, utilizando o nível de significância de 5%. Todas as análises serão estratificadas por sexo. As exposições de interesse serão ajustadas para as variáveis de mesmo nível e de níveis superiores. Além disso, serão investigados possíveis modificadores de efeito contemporâneos, como atividade física e dieta.

12 Material

Esse trabalho faz parte do Estudo de Coorte de Crianças Nascidas em 1993 na Cidade de Pelotas/RS, financiado, desde 2004, pela Fundação *Wellcome Trust*. Dessa maneira, equipamentos, instrumentos e materiais estão incluídos no orçamento do estudo acima referido.

13 Aspectos éticos

O presente projeto faz parte do acompanhamento dos 18 anos da coorte de 1993, intitulado “Influências precoces e contemporâneas sobre a composição corporal, capital humano, saúde mental e precursores de doenças crônicas complexas na coorte de nascidos em 1993 em Pelotas, RS”, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas com o número de ofício 05/11. Além disso, também são utilizadas informações do acompanhamento dos 11 anos.

Todos os participantes assinavam um termo de consentimento livre e esclarecido antes da realização dos procedimentos, entrevistas e exames em ambos os acompanhamentos. Aos 18 anos, os exames de composição corporal não apresentavam riscos à saúde dos participantes, de qualquer forma as

meninas sempre eram questionadas sobre a possibilidade de gravidez. As grávidas e as com suspeita de estarem grávidas não realizaram os exames.

Aos 11 e 18 anos, os jovens que apresentavam alguma anormalidade, detectada após a realização dos exames, eram encaminhados para os serviços de saúde para serem avaliados e tratados, se necessário. Essa responsabilidade sempre foi cumprida nos acompanhamentos da coorte de 1993.

14 Cronograma

ANO BIMESTRE	2012						2013						2014						2015						2016	
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°
Revisão bibliográfica																										
Coleta dos Dados																										
Elaboração do Projeto																										
Defesa Projeto																										
Análise dos Dados																										
Redação dos artigos da Tese																										
Estágio sanduíche no exterior																										
Defesa da Tese																										

15 Divulgação dos resultados

Os resultados deste trabalho serão divulgados em diferentes veículos de comunicação. Os artigos científicos produzidos serão publicados em periódicos científicos indexados, nacionais e/ou internacionais, sendo a escolha do periódico relacionada à adequação do artigo à revista e ao público que se deseja atingir. Além disso, será enviado um comunicado à imprensa, com texto resumido e em linguagem acessível, permitindo a divulgação dos resultados do estudo na imprensa local.

16 Orçamento e financiamento

Como mencionado anteriormente, o presente trabalho está inserido em uma pesquisa maior, o Estudo de Coorte de Crianças Nascidas em 1993, e recebe financiamento da Fundação *Wellcome Trust*. Dessa forma, todos os gastos envolvidos na presente pesquisa estão incluídos nos orçamentos já previstos, sem qualquer financiamento extra.

17 Limitações do estudo

Algumas limitações precisam ser consideradas. Não apenas a duração do sono pode influenciar na saúde dos indivíduos e, conseqüentemente, na composição corporal, mas também a qualidade do sono, que é um fator importante a ser considerado nessa associação. No entanto, não há essa informação sobre a qualidade do sono na coorte de nascimentos de 1993.

Outra limitação diz respeito à forma de aferição da duração do sono, pois os métodos diretos, como actigrafia e polissonografia, são mais precisos e aconselhados para serem utilizados. Porém, a utilização desses métodos em estudos epidemiológicos com grande tamanho amostral é bastante limitada. Além disso, a duração do sono autorreferida é ampla e mundialmente utilizada para aferição da duração do sono.

18 Referências bibliográficas

- Acebo, C., A. Sadeh, et al. (1999). "Estimating sleep patterns with activity monitoring in children and adolescents: how many nights are necessary for reliable measures?" Sleep **22**(1): 95-103.
- Al-Disi, D., N. Al-Daghri, et al. (2010). "Subjective sleep duration and quality influence diet composition and circulating adipocytokines and ghrelin levels in teen-age girls." Endocr J **57**(10): 915-923.
- Alexy, U., W. Sichert-Hellert, et al. (2004). "Pattern of long-term fat intake and BMI during childhood and adolescence--results of the DONALD Study." Int J Obes Relat Metab Disord **28**(10): 1203-1209.
- Araujo, J., M. Severo, et al. (2012). "Sleep duration and adiposity during adolescence." Pediatrics **130**(5): e1146-1154.
- Arenz, S., R. Ruckerl, et al. (2004). "Breast-feeding and childhood obesity--a systematic review." Int J Obes Relat Metab Disord **28**(10): 1247-1256.
- Balaban, G. and G. A. Silva (2004). "[Protective effect of breastfeeding against childhood obesity]." J Pediatr (Rio J) **80**(1): 7-16.
- Bass, J. and F. W. Turek (2005). "Sleepless in America: a pathway to obesity and the metabolic syndrome?" Arch Intern Med **165**(1): 15-16.
- Bawazeer, N. M., N. M. Al-Daghri, et al. (2009). "Sleep duration and quality associated with obesity among Arab children." Obesity (Silver Spring) **17**(12): 2251-2253.
- Beechy, L., J. Galpern, et al. (2012). "Assessment tools in obesity - Psychological measures, diet, activity, and body composition." Physiol Behav **107**(1): 154-171.
- Bell, J. F. and F. J. Zimmerman (2010). "Shortened nighttime sleep duration in early life and subsequent childhood obesity." Arch Pediatr Adolesc Med **164**(9): 840-845.
- Bergman, R. N. (2011). "A better index of body adiposity." Obesity (Silver Spring) **20**(6): 1135.
- Butte, N. F., J. M. Hopkinson, et al. (2000). "Body composition during the first 2 years of life: an updated reference." Pediatr Res **47**(5): 578-585.
- Buxton, O. M. and E. Marcelli (2010). "Short and long sleep are positively associated with obesity, diabetes, hypertension, and cardiovascular disease among adults in the United States." Soc Sci Med **71**(5): 1027-1036.
- Caballero, B. (2007). "The global epidemic of obesity: an overview." Epidemiol Rev **29**: 1-5.
- Calamaro, C. J., T. B. Mason, et al. (2009). "Adolescents living the 24/7 lifestyle: effects of caffeine and technology on sleep duration and daytime functioning." Pediatrics **123**(6): e1005-1010.
- Calamaro, C. J., S. Park, et al. (2010). "Shortened sleep duration does not predict obesity in adolescents." J Sleep Res **19**(4): 559-566.
- Cameron, N. (2002). Human growth and development. USA, Elsevier Science.
- Centers for disease control and prevention (2000). Growth Charts: United States, Atlanta, GA: Center for Disease Control and Prevention.
- Chamorro, R. A., S. A. Duran, et al. (2011). "[Sleep deprivation as a risk factor for obesity]." Rev Med Chil **139**(7): 932-940.

- Chen, M. Y., E. K. Wang, et al. (2006). "Adequate sleep among adolescents is positively associated with health status and health-related behaviors." BMC Public Health **6**: 59.
- Cole, T. J. (1990). "The LMS method for constructing normalized growth standards." Eur J Clin Nutr **44**(1): 45-60.
- Cole, T. J., M. C. Bellizzi, et al. (2000). "Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey." BMJ **320**(7244): 1240-1243.
- Collins, C. E., J. Watson, et al. (2010). "Measuring dietary intake in children and adolescents in the context of overweight and obesity." Int J Obes (Lond) **34**(7): 1103-1115.
- Coutinho, T., K. Goel, et al. (2011). "Central obesity and survival in subjects with coronary artery disease: a systematic review of the literature and collaborative analysis with individual subject data." J Am Coll Cardiol **57**(19): 1877-1886.
- Crossman, A., D. A. Sullivan, et al. (2006). "The family environment and American adolescents' risk of obesity as young adults." Social Science & Medicine **63**: 2255-2267.
- Danielsen, Y. S., S. Pallesen, et al. (2010). "The relationship between school day sleep duration and body mass index in Norwegian children (aged 10-12)." Int J Pediatr Obes **5**(3): 214-220.
- Department of Health (DOH) (2004). Public health in the Republic of China The Executive Yuan, Taiwan: Department of Health.
- Despres, J. P. (2011). "Excess visceral adipose tissue/ectopic fat the missing link in the obesity paradox?" J Am Coll Cardiol **57**(19): 1887-1889.
- Dietz, W. H. J. and S. L. Gortmaker (1985). "Do we fatten our children at the television set? Obesity and television viewing in children and adolescents." Pediatrics **75**(5): 807-812.
- Do, Y. K., E. Shin, et al. (2013). "The associations between self-reported sleep duration and adolescent health outcomes: what is the role of time spent on Internet use?" Sleep Med **14**(2): 195-200.
- Dollman, J., K. Ridley, et al. (2007). "Trends in the duration of school-day sleep among 10- to 15-year-old South Australians between 1985 and 2004." Acta Paediatr **96**(7): 1011-1014.
- Dominguez-Bello, M. G., E. K. Costello, et al. (2010). "Delivery mode shapes the acquisition and structure of the initial microbiota across multiple body habitats in newborns." Proc Natl Acad Sci U S A **107**(26): 11971-11975.
- Drescher, A. A., J. L. Goodwin, et al. (2011). "Caffeine and screen time in adolescence: associations with short sleep and obesity." J Clin Sleep Med **7**(4): 337-342.
- Eisenmann, J. C., P. Ekkekakis, et al. (2006). "Sleep duration and overweight among Australian children and adolescents." Acta Paediatr **95**(8): 956-963.
- Ekelund, U., K. Ong, et al. (2006). "Upward weight percentile crossing in infancy and early childhood independently predicts fat mass in young adults: the Stockholm Weight Development Study (SWEDES)." Am J Clin Nutr **83**(2): 324-330.
- Ellis, K. J. (2000). "Human body composition: in vivo methods." Physiol Rev **80**(2): 649-680.

- Euser, A. M., M. J. Finken, et al. (2005). "Associations between prenatal and infancy weight gain and BMI, fat mass, and fat distribution in young adulthood: a prospective cohort study in males and females born very preterm." Am J Clin Nutr **81**(2): 480-487.
- Facchini, L. A. (1995). Trabalho materno e nutrição infantil: situação atual e perspectivas. Trabalho materno e ganho de peso infantil. Pelotas, Universitaria: 190.
- Frayn, K. N., S. W. Coppack, et al. (1989). "Metabolic characteristics of human adipose tissue in vivo." Clin Sci (Lond) **76**(5): 509-516.
- Fujita, R. R., M. G. Moysés, et al. (2003). Tratado de Otorrinolaringologia da Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia.
- Gangwisch, J. E., S. B. Heymsfield, et al. (2006). "Short sleep duration as a risk factor for hypertension: analyses of the first National Health and Nutrition Examination Survey." Hypertension **47**(5): 833-839.
- Garaulet, M., F. B. Ortega, et al. (2011). "Short sleep duration is associated with increased obesity markers in European adolescents: effect of physical activity and dietary habits. The HELENA study." Int J Obes (Lond) **35**(10): 1308-1317.
- Gibson, E. S., A. C. Powles, et al. (2006). "'Sleepiness' is serious in adolescence: two surveys of 3235 Canadian students." BMC Public Health **6**: 116.
- Goldani, H. A., H. Bettiol, et al. (2011). "Cesarean delivery is associated with an increased risk of obesity in adulthood in a Brazilian birth cohort study." Am J Clin Nutr **93**(6): 1344-1347.
- Gortmaker, S. L., A. Must, et al. (1996). "Television viewing as a cause of increasing obesity among children in the United States, 1986-1990." Arch Pediatr Adolesc Med. **150**(4): 356-362.
- Guo, X., L. Zheng, et al. (2012). "Differences in lifestyle behaviors, dietary habits, and familial factors among normal-weight, overweight, and obese Chinese children and adolescents." Int J Behav Nutr Phys Act **9**: 120.
- Gupta, N. K., W. H. Mueller, et al. (2002). "Is obesity associated with poor sleep quality in adolescents?" Am J Hum Biol **14**(6): 762-768.
- Harman, S. M. and M. R. Blackman (2003). "The effects of growth hormone and sex steroid on lean body mass, fat mass, muscle strength, cardiovascular endurance and adverse events in healthy elderly women and men." Horm Res **60**(Suppl 1): 121-124.
- Hassan, F., M. M. Davis, et al. (2011). "No independent association between insufficient sleep and childhood obesity in the National Survey of Children's Health." J Clin Sleep Med **7**(2): 153-157.
- Heo, M., M. S. Faith, et al. (2012). "Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999-2004." Am J Clin Nutr **95**(3): 594-602.
- Heymsfield, S. B., Z. Wang, et al. (1997). "Human body composition: advances in models and methods." Annu Rev Nutr **17**: 527-558.
- Hitze, B., A. Bosy-Westphal, et al. (2009). "Determinants and impact of sleep duration in children and adolescents: data of the Kiel Obesity Prevention Study." Eur J Clin Nutr **63**(6): 739-746.
- Howe, L. D., A. Matijasevich, et al. (2012). "Maternal smoking during pregnancy and offspring trajectories of height and adiposity: comparing maternal and paternal associations." Int J Epidemiol **41**(3): 722-732.

- Hughes, V. A., W. R. Frontera, et al. (2002). "Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity." Am J Clin Nutr **76**(2): 473-481.
- Huh, S. Y., S. L. Rifas-Shiman, et al. (2012). "Delivery by caesarean section and risk of obesity in preschool age children: a prospective cohort study." Arch Dis Child **97**(7): 610-616.
- IBGE (2010). "Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil." IBGE.
- Levers-Landis, C. E., A. Storfer-Isser, et al. (2008). "Relationship of sleep parameters, child psychological functioning, and parenting stress to obesity status among preadolescent children." J Dev Behav Pediatr **29**(4): 243-252.
- Iglowstein, I., O. G. Jenni, et al. (2003). "Sleep duration from infancy to adolescence: reference values and generational trends." Pediatrics **111**(2): 302-307.
- Jesus, G. M., G. O. Vieira, et al. (2010). "Determinants of overweight in children under 4 years of age." J Pediatr (Rio J) **86**(4): 311-316.
- Ji, C. Y. (2005). "Report on childhood obesity in China (1)--body mass index reference for screening overweight and obesity in Chinese school-age children." Biomed Environ Sci **18**(6): 390-400.
- Kant, A. K. and B. I. Graubard (2005). "A Comparison of Three Dietary Pattern Indexes for Predicting Biomarkers of Diet and Disease." Journal of the American College of Nutrition **24**(4): 294-303.
- Knutson, K. L. (2005). "The association between pubertal status and sleep duration and quality among a nationally representative sample of U. S. adolescents." Am J Hum Biol **17**(4): 418-424.
- Knutson, K. L. (2005). "Sex differences in the association between sleep and body mass index in adolescents." J Pediatr **147**(6): 830-834.
- Knutson, K. L. (2007). "Impact of sleep and sleep loss on glucose homeostasis and appetite regulation." Sleep Med Clin **2**(2): 187-197.
- Knutson, K. L. and D. S. Lauderdale (2007). "Sleep duration and overweight in adolescents: self-reported sleep hours versus time diaries." Pediatrics **119**(5): e1056-1062.
- Knutson, K. L., K. Spiegel, et al. (2007). "The metabolic consequences of sleep deprivation." Sleep Med Rev **11**(3): 163-178.
- Knutson, K. L. and F. W. Turek (2006). "The U-shaped association between sleep and health: the 2 peaks do not mean the same thing." Sleep **29**(7): 878-879.
- Knutson, K. L. and E. Van Cauter (2008). "Associations between sleep loss and increased risk of obesity and diabetes." Ann N Y Acad Sci **1129**: 287-304.
- Kojima, M. and K. Kangawa (2005). "Ghrelin: structure and function." Physiol Rev **85**(2): 495-522.
- Kong, A. P., Y. K. Wing, et al. (2011). "Associations of sleep duration with obesity and serum lipid profile in children and adolescents." Sleep Med **12**(7): 659-665.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention (2007). Korean growth standards of children and adolescents, Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention.

- Koziel, S., H. Kolodziej, et al. (2000). "Parental education, body mass index and prevalence of obesity among 14-year-old boys between 1987 and 1997 in Wroclaw, Poland." Eur J Epidemiol **16**(12): 1163-1167.
- Kromeyer-Hauschild, K., M. Wabitsch, et al. (2001). "Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindesund Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben." Monatsschrift Kinderheilkunde **149**: 807-818.
- Kuk, J. L., S. Lee, et al. (2005). "Waist circumference and abdominal adipose tissue distribution: influence of age and sex." Am J Clin Nutr **81**: 1330-1334.
- Kuriyan, R., S. Bhat, et al. (2007). "Television viewing and sleep are associated with overweight among urban and semi-urban South Indian children." Nutr J **6**: 25.
- Kuzawa, C. W. (1998). "Adipose tissue in human infancy and childhood: an evolutionary perspective." Am J Phys Anthropol **Suppl 27**: 177-209.
- Landhuis, C. E., R. Poulton, et al. (2008). "Childhood sleep time and long-term risk for obesity: a 32-year prospective birth cohort study." Pediatrics **122**(5): 955-960.
- Landis, A. M. and K. P. Parker (2007). "A retrospective examination of the relationship between body mass index and polysomnographic measures of sleep in adolescents." J Adolesc Health **40**(1): 89-91.
- Lauderdale, D. S., K. L. Knutson, et al. (2009). "Cross-sectional and longitudinal associations between objectively measured sleep duration and body mass index: the CARDIA Sleep Study." Am J Epidemiol **170**(7): 805-813.
- Laurson, K. R., J. C. Eisenmann, et al. (2011). "Body fat percentile curves for U.S. children and adolescents." Am J Prev Med **41**(4 Suppl 2): S87-92.
- Lee, S. Y. and D. Gallagher (2008). "Assessment methods in human body composition." Curr Opin Clin Nutr Metab Care **11**(5): 566-572.
- Leibel, R. L. (2002). "The role of leptin in the control of body weight." Nutr Rev **60**(10 Pt 2): S15-19; discussion S68-84, 85-17.
- Leung, S. S., T. J. Cole, et al. (1998). "Body mass index reference curves for Chinese children." Ann Hum Biol **25**(2): 169-174.
- Li, H., A. D. Stein, et al. (2003). "Associations between prenatal and postnatal growth and adult body size and composition." Am J Clin Nutr **77**(6): 1498-1505.
- Liou, Y. M., T. H. Liou, et al. (2010). "Obesity among adolescents: sedentary leisure time and sleeping as determinants." J Adv Nurs **66**(6): 1246-1256.
- Liu, J., J. Hay, et al. (2011). "Sleep difficulties and obesity among preadolescents." Can J Public Health **102**(2): 139-143.
- Liu, X., E. E. Forbes, et al. (2008). "Rapid eye movement sleep in relation to overweight in children and adolescents." Arch Gen Psychiatry **65**(8): 924-932.
- Lumeng, J. C., D. Somashekar, et al. (2007). "Shorter sleep duration is associated with increased risk for being overweight at ages 9 to 12 years." Pediatrics **120**(5): 1020-1029.
- Lytle, L. A., D. M. Murray, et al. (2013). "Examining the longitudinal relationship between change in sleep and obesity risk in adolescents." Health Educ Behav **40**(3): 362-370.
- Lytle, L. A., K. E. Pasch, et al. (2011). "The relationship between sleep and weight in a sample of adolescents." Obesity (Silver Spring) **19**(2): 324-331.

- Maffeis, C. (2000). "Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents." Eur J Pediatr **159 Suppl 1**: S35-44.
- Martinez-Gomez, D., L. A. Moreno, et al. (2011). "Combined influence of lifestyle risk factors on body fat in Spanish adolescents--the Avena study." Obes Facts **4**(2): 105-111.
- Matthews, V. L., M. Wien, et al. (2011). "The risk of child and adolescent overweight is related to types of food consumed." Nutr J **10**(71).
- McAllister, E. J., N. V. Dhurandhar, et al. (2009). "Ten putative contributors to the obesity epidemic." Crit Rev Food Sci Nutr **49**(10): 868-913.
- McCarthy, H. D., T. J. Cole, et al. (2006). "Body fat reference curves for children." Int J Obes (Lond) **30**(4): 598-602.
- Meng, L. P., A. L. Liu, et al. (2012). "Report on childhood obesity in China (10): association of sleep duration with obesity." Biomed Environ Sci **25**(2): 133-140.
- Moon, J. S., S. Y. Lee, et al. (2007). "2007 Korean national growth charts: Review of developmental process and an outlook." Korean Journal of Pediatrics **51**: 1-25.
- Motta, D. G. and et al (2004). "Consumo alimentar de famílias de baixa renda no município de Piracicaba/SP." Saúde em revista: Segurança Alimentar e Nutricional, São Paulo/SP **6**(13): 63-10.
- National Sleep Foundation. (2013). "International Bedroom Poll First to Explore Sleep Differences among Six Countries." from <http://www.sleepfoundation.org/article/press-release/national-sleep-foundation-2013-international-bedroom-poll>.
- Nedungadi, T. P. and D. J. Clegg (2009). "Sexual dimorphism in body fat distribution and risk for cardiovascular diseases." J Cardiovasc Transl Res **2**(3): 321-327.
- Nixon, G. M., J. M. Thompson, et al. (2008). "Short sleep duration in middle childhood: risk factors and consequences." Sleep **31**(1): 71-78.
- Noland, H., J. H. Price, et al. (2009). "Adolescents' sleep behaviors and perceptions of sleep." J Sch Health **79**(5): 224-230.
- Norgan, N. G. and P. R. Jones (1979). "Human body composition techniques." Ann Hum Biol **6**(3): 285.
- Ohayon, M. M., M. A. Carskadon, et al. (2004). "Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan." Sleep **27**(7): 1255-1273.
- Oldroyd, J., A. Renzaho, et al. (2011). "Low and high birth weight as risk factors for obesity among 4 to 5-year-old Australian children: does gender matter?" Eur J Pediatr **170**(7): 899-906.
- Olds, T. S., C. A. Maher, et al. (2011). "Sleep duration or bedtime? Exploring the relationship between sleep habits and weight status and activity patterns." Sleep **34**(10): 1299-1307.
- Ortega, F. B., J. R. Ruiz, et al. (2011). "Sleep duration and activity levels in Estonian and Swedish children and adolescents." Eur J Appl Physiol **111**(10): 2615-2623.
- Ozturk, A., M. Mazicioglu, et al. (2009). "The relationship between sleep duration and obesity in Turkish children and adolescents." Acta Paediatr **98**(4): 699-702.

- Park, S. (2011). "Association between short sleep duration and obesity among South Korean adolescents." West J Nurs Res **33**(2): 207-223.
- Parsons, T. J., C. Power, et al. (1999). "Childhood predictors of adult obesity: a systematic review." Int J Obes Relat Metab Disord **23 Suppl 8**: S1-107.
- Patel, R., D. A. Lawlor, et al. (2011). "Socio-economic position and adiposity among children and their parents in the Republic of Belarus." Eur J Public Health **21**(2): 158-165.
- Patel, S. R. and F. B. Hu (2008). "Short sleep duration and weight gain: a systematic review." Obesity (Silver Spring) **16**(3): 643-653.
- Peirano, P. D. and C. R. Algarin (2007). "Sleep in brain development." Biol Res **40**(4): 471-478.
- Prentice, A. M. (2001). "Obesity and its potential mechanistic basis." Br Med Bull **60**: 51-67.
- Prentice, A. M. and S. A. Jebb (2001). "Beyond body mass index." Obes Rev **2**(3): 141-147.
- Pryor, L. E., R. E. Tremblay, et al. (2011). "Developmental trajectories of body mass index in early childhood and their risk factors: an 8-year longitudinal study." Arch Pediatr Adolesc Med **165**(10): 906-912.
- Rajaratnam, S. M. and J. Arendt (2001). "Health in a 24-h society." Lancet **358**(9286): 999-1005.
- Reis, J. P., C. A. Macera, et al. (2009). "Comparison of overall obesity and body fat distribution in predicting risk of mortality." Obesity (Silver Spring) **17**(6): 1232-1239.
- Rigo, J., K. Nyamugabo, et al. (1998). "Reference values of body composition obtained by dual energy X-ray absorptiometry in preterm and term neonates." J Pediatr Gastroenterol Nutr **27**(2): 184-190.
- Rogers, I. (2003). "The influence of birthweight and intrauterine environment on adiposity and fat distribution in later life." Int J Obes Relat Metab Disord **27**(7): 755-777.
- Romero-Corral, A., V. M. Montori, et al. (2006). "Association of bodyweight with total mortality and with cardiovascular events in coronary artery disease: a systematic review of cohort studies." Lancet **368**(9536): 666-678.
- Sachdev, H. S., C. H. Fall, et al. (2005). "Anthropometric indicators of body composition in young adults: relation to size at birth and serial measurements of body mass index in childhood in the New Delhi birth cohort." Am J Clin Nutr **82**(2): 456-466.
- Sayer, A. A., H. E. Syddall, et al. (2004). "Birth weight, weight at 1 y of age, and body composition in older men: findings from the Hertfordshire Cohort Study." Am J Clin Nutr **80**(1): 199-203.
- Schmelzle, H. R. and C. Fusch (2002). "Body fat in neonates and young infants: validation of skinfold thickness versus dual-energy X-ray absorptiometry." Am J Clin Nutr **76**(5): 1096-1100.
- Seegers, V., D. Petit, et al. (2011). "Short sleep duration and body mass index: a prospective longitudinal study in preadolescence." Am J Epidemiol **173**(6): 621-629.
- Seicean, A., S. Redline, et al. (2007). "Association between short sleeping hours and overweight in adolescents: results from a US Suburban High School survey." Sleep Breath **11**(4): 285-293.

- Shan, X. Y., B. Xi, et al. (2010). "Prevalence and behavioral risk factors of overweight and obesity among children aged 2-18 in Beijing, China." Int J Pediatr Obes **5**(5): 383-389.
- Shi, Z., A. W. Taylor, et al. (2010). "Short sleep duration and obesity among Australian children." BMC Public Health **10**: 609.
- Silva, G. E., J. L. Goodwin, et al. (2011). "Longitudinal association between short sleep, body weight, and emotional and learning problems in Hispanic and Caucasian children." Sleep **34**(9): 1197-1205.
- Slaughter, M. H., T. G. Lohman, et al. (1988). "Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth." Hum Biol **60**(5): 709-723.
- Snell, E. K., E. K. Adam, et al. (2007). "Sleep and the body mass index and overweight status of children and adolescents." Child Dev **78**(1): 309-323.
- Spiegel, K., R. Leproult, et al. (2004). "Leptin levels are dependent on sleep duration: relationships with sympathovagal balance, carbohydrate regulation, cortisol, and thyrotropin." J Clin Endocrinol Metab **89**(11): 5762-5771.
- Stone, M. R., D. Stevens, et al. (2013). "Maintaining recommended sleep throughout the week is associated with increased physical activity in children." Prev Med **56**(2): 112-117.
- Storfer-Isser, A., S. R. Patel, et al. (2012). "Relation between sleep duration and BMI varies by age and sex in youth age 8-19." Pediatr Obes **7**(1): 53-64.
- Stuckler, D. (2008). "Population causes and consequences of leading chronic diseases: a comparative analysis of prevailing explanations." Milbank Q **86**(2): 273-326.
- Sun, Y., M. Sekine, et al. (2009). "Lifestyle and overweight among Japanese adolescents: the Toyama Birth Cohort Study." J Epidemiol **19**(6): 303-310.
- Taheri, S. (2006). "The link between short sleep duration and obesity: we should recommend more sleep to prevent obesity." Arch Dis Child **91**(11): 881-884.
- Taheri, S., L. Lin, et al. (2004). "Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index." PLoS Med **1**(3): e62.
- Taveras, E. M., S. L. Rifas-Shiman, et al. (2008). "Short sleep duration in infancy and risk of childhood overweight." Arch Pediatr Adolesc Med **162**(4): 305-311.
- Togo, P., M. Osler, et al. (2001). "Food intake patterns and body mass index in observational studies." International Journal of Obesity **25**: 1741-1751.
- Touchette, E., D. Petit, et al. (2008). "Associations between sleep duration patterns and overweight/obesity at age 6." Sleep **31**(11): 1507-1514.
- Uthaya, S., E. L. Thomas, et al. (2005). "Altered adiposity after extremely preterm birth." Pediatr Res **57**(2): 211-215.
- Van Cauter, E. and K. L. Knutson (2008). "Sleep and the epidemic of obesity in children and adults." Eur J Endocrinol **159** Suppl 1: S59-66.
- van den Berg, J. F., A. Knivistingh Neven, et al. (2008). "Actigraphic sleep duration and fragmentation are related to obesity in the elderly: the Rotterdam Study." Int J Obes (Lond) **32**(7): 1083-1090.
- VanItallie, T. B., M. U. Yang, et al. (1990). "Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status." Am J Clin Nutr **52**(6): 953-959.

- Vega, G. L., B. Adams-Huet, et al. (2006). "Influence of body fat content and distribution on variation in metabolic risk." J Clin Endocrinol Metab **91**(11): 4459-4466.
- Victora, C. G., C. L. Araujo, et al. (2006). "Methodological aspects of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study." Rev Saude Publica **40**(1): 39-46.
- Vignerova, J., P. Blaha, et al. (2004). "Social inequality and obesity in Czech school children." Econ Hum Biol **2**(1): 107-118.
- Vitolo, M. R. (2008). Nutrição - da gestação ao envelhecimento. Rio de Janeiro, Rubio.
- von Kries, R., A. M. Toschke, et al. (2002). "Reduced risk for overweight and obesity in 5- and 6-y-old children by duration of sleep--a cross-sectional study." Int J Obes Relat Metab Disord **26**(5): 710-716.
- Wang, Z., Z. M. Wang, et al. (1999). "History of the study of human body composition: A brief review." Am J Hum Biol **11**(2): 157-165.
- Weiss, A., F. Xu, et al. (2010). "The association of sleep duration with adolescents' fat and carbohydrate consumption." Sleep **33**(9): 1201-1209.
- Wells, J. C. (2007). "Sexual dimorphism of body composition." Best Pract Res Clin Endocrinol Metab **21**(3): 415-430.
- Wells, J. C., S. Chomtho, et al. (2007). "Programming of body composition by early growth and nutrition." Proc Nutr Soc **66**(3): 423-434.
- Wells, J. C., P. C. Hallal, et al. (2008). "Sleep patterns and television viewing in relation to obesity and blood pressure: evidence from an adolescent Brazilian birth cohort." Int J Obes (Lond) **32**(7): 1042-1049.
- Weng, S. F., S. A. Redsell, et al. (2012). "Systematic review and meta-analyses of risk factors for childhood overweight identifiable during infancy." Arch Dis Child **97**(12): 1019-1026.
- Whitlock, G., S. Lewington, et al. (2009). "Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies." Lancet **373**(9669): 1083-1096.
- WHO (2000). Redefining obesity and its treatment, Geneva: World Health Organization.
- WHO (2007). Growth reference data for 5-19 years, Geneva: World Health Organization.
- WHO (2009). Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks, Geneva: World Health Organization.
- WHO (2012). "World Healthy Organization." Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>>.
- Wing, Y. K., S. X. Li, et al. (2009). "The effect of weekend and holiday sleep compensation on childhood overweight and obesity." Pediatrics **124**(5): e994-e1000.
- Wolfson, A. R. and M. A. Carskadon (2003). "Understanding adolescents' sleep patterns and school performance: a critical appraisal." Sleep Med Rev **7**(6): 491-506.
- World Health Organization (1995). Physical status: the use and interpretation of anthropometry, Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization (2007). Growth reference data for 5-19 years, Geneva: World Health Organization.
- Yu, Y., B. S. Lu, et al. (2007). "Short sleep duration and adiposity in Chinese adolescents." Sleep **30**(12): 1688-1697.

- Zafon, C. (2007). "Oscillations in total body fat content through life: an evolutionary perspective." The International Association for the Study of Obesity **Obesity reviews** **8**: 525-530.
- Zhou, B. F. (2002). "Effect of body mass index on all-cause mortality and incidence of cardiovascular diseases--report for meta-analysis of prospective studies open optimal cut-off points of body mass index in Chinese adults." Biomed Environ Sci **15**(3): 245-252.

Anexo

Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos 18 anos



dores responsáveis: Profa. Ana Maria B. Menezes, Profa. Helen Gonçalves, Profa. Maria Cecília Assunção e Prof. Pedro C. Hallal

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado jovem,

O Centro de Pesquisas em Saúde da Faculdade de Medicina (Universidade Federal de Pelotas) vem acompanhando há anos os nascidos em 1993, na cidade de Pelotas. Seguindo esse trabalho, voltamos a procurar os jovens agora em 2011-2012. O objetivo desta visita é avaliar as condições de saúde dos jovens aos 18-19 anos e outros aspectos como, por exemplo, trabalho, renda, composição familiar e escolaridade.

Procedimentos: Para que possamos avaliar corretamente a tua saúde, algumas medidas e exames serão necessários, além de responderes algumas questões. Um dos questionários possui perguntas mais íntimas, mas o teu nome não aparecerá nele e tu responderás sozinho (a). Serão realizadas medidas de peso, altura, dobras da pele, espessura do músculo da mão e circunferência da cintura, conforme já feito em outras visitas. Também serão realizadas medidas de avaliação da capacidade dos pulmões e da tua saúde bucal, da pressão arterial, acelerometria (para avaliação da atividade física), ultrassom abdominal (para avaliar quantidade de gordura no abdômen) e de uma artéria do pescoço, a carótida, para avaliar o fluxo de sangue que passa por ela.

Será feita coleta de sangue (com material estéril e descartável), por pessoa treinada, a fim de analisar a glicemia (açúcar no sangue), perfil lipídico (gorduras no sangue), proteína C-Reativa e DNA. A extração de DNA e posterior análise identificarão características genéticas associadas ao crescimento e a saúde. Esse é um exame que poderá ser realizado em laboratório fora do Brasil. Esta análise será demorada e não esperamos ter resultados antes de alguns anos. Qualquer análise no DNA que não esteja definida no projeto original desta pesquisa será realizada somente mediante a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas, não havendo necessidade de novo consentimento teu a cada análise desse material. Se necessário, será feito um aconselhamento genético.

Para avaliação da composição corporal serão usados equipamentos modernos: DXA (que mede a saúde dos ossos), BodPod (que mede o volume do corpo) e foto tridimensional (que avalia as medidas do corpo). Para esses exames, tu terás que trajar roupa e touca de banho, que serão fornecidas pelo estudo.

PARA AS MENINAS: Só poderemos fazer os exames de composição corporal se tu não estiveres grávida. Tu estás grávida? () Sim () Não

Benefícios: as informações coletadas de todos os jovens serão usadas para ajudar na prevenção de doenças comuns como diabetes, doenças do coração, tumores, entre outras e para compreender como está a saúde de nossos jovens.

Riscos e possíveis reações: Nenhum dos aparelhos que avaliam a composição corporal é invasivo ou te causará qualquer dor ou desconforto. Na coleta de sangue sentirás uma picada leve. Na avaliação da

função pulmonar, devido a teres que tomar um medicamento, poderás ter palpitações e tremores. Terás acompanhamento de um profissional de saúde caso sintas algo durante as medidas e exames.

Confidencialidade: É importante esclarecer que todas as tuas informações são confidenciais, sendo apenas identificadas por um número para uso exclusivo desta pesquisa e serão guardadas em segurança. Só terão acesso a elas, mas sem tua identificação, os pesquisadores do estudo.

Participação voluntária: A tua participação deve ser inteiramente voluntária e poderás te recusar a participar ou deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer problema, prejuízo ou discriminação no futuro.

Despesas: Não há nenhum gasto, despesa, nem qualquer outra responsabilidade para participar do estudo. Apenas pedimos que tu respondas às perguntas com sinceridade.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina, da Universidade Federal de Pelotas. Tu ficarás com uma cópia deste documento com o nosso telefone e endereço, podendo nos procurar para tirar tuas dúvidas sobre o estudo e a tua participação em qualquer momento. Tua assinatura a seguir significa que entendeste todas as informações e concordas em participar deste estudo.

Nome: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/201__.

Por favor, assinale abaixo os procedimentos que tu concordas em fazer:

- Questionários
- Medidas (peso, altura, dobras da pele, músculo da mão e circunferência da cintura)
- Saúde dos ossos
- Volume do corpo
- Saúde bucal
- Medidas do corpo
- Coleta de sangue
- Pressão arterial
- Capacidade dos pulmões (espirometria)
- Ultrassom da carótida e abdominal
- Acelerometria

MODIFICAÇÕES DO PROJETO

As modificações que foram realizadas no projeto original estão descritas a seguir.

1) Proposta do primeiro artigo original

Inicialmente, pretendia-se fazer um estudo descritivo da duração do sono aos 11 e 18 anos de idade. Porém, optou-se por avaliar os fatores associados à duração do sono dos adolescentes aos 18 anos de idade.

3) Proposta do segundo artigo original

Esse artigo foi proposto inicialmente para avaliar a associação entre duração do sono aos 11 anos e composição corporal aos 18 anos de idade. Porém, decidimos que a trajetória da duração do sono dos 11 aos 18 anos, e não apenas a duração do sono aos 11 anos, seria uma maneira mais interessante de avaliar a exposição de interesse.

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO



Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Medicina
Departamento de Medicina-Social
Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia



**COORTE DE NASCIMENTOS DE 1993 DE PELOTAS-RS:
ACOMPANHAMENTO DOS 18 ANOS**

Relatório do Trabalho de Campo

Pelotas - RS - Brasil
2011- 2012

1 História breve da Coorte de Nascimentos de 1993: acompanhamentos de 1993 a 2008

No ano de 1993 todos os nascidos vivos na zona urbana do município de Pelotas e cujas famílias residiam no local foram elegíveis para participarem de um estudo longitudinal, que objetivou avaliar alguns aspectos da saúde dos participantes. Foram realizadas visitas diárias às cinco maternidades da cidade de primeiro de janeiro a 31 de dezembro daquele ano. As mães responderam a um questionário contendo informações demográficas, socioeconômicas, reprodutivas, comportamentais, assistência médica e morbidade da família. Foram coletados dados maternos e do recém-nascido. Ocorreram 5.304 nascimentos, 55 óbitos fetais e houve 16 recusas em participar do estudo, sendo obtidas informações em 1993 para 5.249 nascidos vivos, caracterizando o estudo perinatal e o tamanho de amostra dessa coorte. Subamostras de crianças desta coorte foram visitadas com um mês, três e seis meses e com um, quatro, seis e nove anos de idade. Nos anos de 2004 (11 anos), 2008 (15 anos) e 2011 (18 anos) todos os membros da coorte foram procurados para um novo acompanhamento.

2 Acompanhamento dos 18 anos (2011-12)

Em 2011, quando os indivíduos da coorte original completavam 18 anos, iniciou-se um novo acompanhamento, cujo projeto intitulou-se “Influências precoces e contemporâneas sobre a composição corporal, capital humano, saúde mental e precursores de doenças crônicas complexas na Coorte de Nascimentos de 1993, em Pelotas, RS”.

Na preparação deste acompanhamento algumas estratégias foram utilizadas com objetivo de localizar os membros da coorte. Estas estratégias serão descritas no próximo item.

2.1 Atividades anteriores ao início do trabalho de campo

2.1.1 Localização dos participantes da coorte

Diversas estratégias de busca foram adotadas para localizar os participantes do estudo, na maioria das vezes simultaneamente, visando reduzir as perdas de acompanhamento. Quando localizados, tanto adolescentes e/ou pais ou responsáveis eram informados verbalmente sobre a realização de uma futura visita. Cada um dos métodos utilizados será descrito na sequência.

2.1.2 Atualização do banco de endereços dos 15 anos (2008)

No mês de agosto de 2009, ou seja, um ano após o término do acompanhamento dos 15 anos, reiniciou-se o contato com os membros da coorte de nascimentos de 1993. A partir dos dados coletados anteriormente, foram geradas e impressas listas contendo dados de identificação, como: número e nome do adolescente, nome da mãe e do pai, endereço e telefone (quando disponíveis). Foram realizadas ligações telefônicas para atualização dos endereços e telefones obtidos no passado. Quatro bolsistas foram disponibilizados e treinados para realizar as atualizações de endereços, contatos telefônicos e de outras informações (ponto de referência da residência, nome e/ou endereço da escola e/ou trabalho e contato de algum parente ou conhecido próximo). Foram realizadas ligações do Centro de Pesquisas Epidemiológicas (CPE) para todos os contatos existentes no banco de dados do último acompanhamento. Quando um adolescente não era encontrado através destes contatos, os bolsistas ligavam para o próximo membro da lista.

2.1.3 Alistamento Militar

Em dezembro de 2010 foram realizadas reuniões com o chefe do Alistamento Militar e responsáveis pela Junta do Serviço Militar de Pelotas com o objetivo de solicitar a permanência de uma pessoa treinada para identificar os membros da coorte de 1993 que fossem efetuar o alistamento. Entre os meses de janeiro e abril de 2011, os jovens nascidos em 1993 compareceram à Junta, para a obtenção do Certificado de Alistamento Militar (CAM). Nesta ocasião todos os dados que facilitassem contatos posteriores foram anotados e atualizados no banco de dados da coorte.

Duas assistentes de pesquisa foram contratadas e treinadas para receber os jovens no alistamento e identificar os nascidos em 1993, na zona urbana de

Pelotas. As assistentes utilizavam um banco de dados em Excel, no qual constavam informações como a data do nascimento, nome do adolescente e nome da mãe, extraídos do banco de dados do estudo perinatal e dos acompanhamentos de 2004 e 2008.

O Alistamento Militar (AM) ocorreu da seguinte forma: quando o jovem procurava a Junta Militar era marcado pelos funcionários daquele local o dia para o seu alistamento. No dia marcado, o jovem deveria comparecer e apresentar a sua carteira de identidade e comprovante de residência. Após os militares confeccionarem as fichas de atendimento, eram organizados grupos destes jovens para aguardarem sua chamada em uma sala de cadastro e de confecção do CAM. Depois desta etapa, os jovens nascidos em 1993, na cidade de Pelotas, eram direcionados para a sala das assistentes de pesquisa contratadas pela coorte, onde eram realizadas as atualizações do cadastro.

A sistemática das atualizações no banco em Excel naquele local foi realizada da seguinte forma: o jovem apresentava a ficha confeccionada pela Junta Militar e através da carteira de identidade as assistentes buscavam a data de nascimento do mesmo, seguida pelo nome da mãe na ordem: 1) banco do perinatal, 2) acompanhamento de 2008 e 3) acompanhamento de 2004. Ao encontrar o registro do adolescente, eram feitas as atualizações de endereço e telefone quando necessário; era perguntado sobre possível mudança de residência e previsão de endereço novo, contato eletrônico etc. Nos casos em que o cadastro do adolescente não era localizado no banco de dados, para otimizar o tempo do jovem, as assistentes preenchiam uma ficha de identificação e, posteriormente, faziam nova tentativa de busca no banco; ao localizar o cadastro digitavam os dados coletados. Porém, quando o registro não era encontrado nas duas ocasiões, uma terceira tentativa era feita pela supervisora do trabalho. A supervisora buscava informações acerca do jovem no banco completo do perinatal para investigar o motivo do não aparecimento do adolescente no banco de dados. Na maioria das vezes o motivo era nascimento nos distritos ao redor de Pelotas, os quais não foram incluídos na amostra do estudo de coorte de nascimentos em 1993. Uma ficha impressa (de emergência), para ser usada em caso de falta de luz, problemas nos computadores (dois laptops) ou para agilizar o andamento do trabalho, foi criada e deixada à

disposição das assistentes. Ao final de cada dia, as assistentes de pesquisa realizavam um *backup* dos bancos de dados e enviavam o mesmo para a supervisora do trabalho, a qual agregava as informações do dia para a retroalimentação do banco de dados do AM.

As atividades do AM eram realizadas de segunda à quinta-feira, das 13 às 17 horas e sextas-feiras das 8 às 12 horas. Em média 50 rapazes/dia compareciam na Junta Militar. Nas sextas-feiras o fluxo era menor, pois este dia era reservado para o AM daqueles indivíduos de outras cidades, ou daqueles que deveriam ter realizado o mesmo no ano anterior.

O trabalho na Junta do Serviço Militar de Pelotas terminou em 17 de maio de 2011 e foi realizado por duas bolsistas. Desta maneira foram identificados 78% dos membros masculinos da coorte. No entanto, 571 adolescentes não foram captados pelo AM e para encontrá-los foi necessário lançar mão dos endereços obtidos no banco nacional de AM e dos acompanhamentos de 2008 e 2004.

2.1.4 Quartel

A terceira estratégia de busca, em 2010, foi realizada por ocasião do exame médico obrigatório no quartel, durante o período de 11 de julho a 19 de agosto de 2010. Foram designados doutorandos que se revezavam para acompanhar uma assistente de pesquisa na entrega de folders informativos sobre o estudo e importância da participação de todos, confeccionados especialmente para fazer o chamamento dos adolescentes homens, para o acompanhamento que teria início logo. Diariamente, no turno da manhã (início às 6:30 horas), o doutorando e a assistente chegavam ao quartel para entregarem os folders para os jovens da coorte previamente agendados no AM para aquele dia. Esta entrega era feita pela assistente de pesquisa após a realização de uma chamada de todos os nascidos em hospitais de Pelotas no ano de 1993. A lista foi extraída do banco de dados do estudo e atualizada na Junta de Alistamento Militar. A assistente conferia todos os nomes da lista fornecida pela referida Junta com os agendamentos do dia para identificar quem eram os membros pertencentes à coorte de 1993.

No quartel, os jovens eram reunidos em um só local e convidados a sentarem e ouvirem a assistente discorrer sobre o estudo e realizar a leitura do

folder. Nesta ocasião, os jovens eram avisados que seriam chamados para um novo acompanhamento (setembro de 2011) através de um telefonema agendando o dia de seu comparecimento à clínica localizada junto ao CPE.

2.1.5 Entrega de folders para as meninas

Quatro rastreadores foram contratados para se deslocarem até os endereços das meninas que constavam do banco de dados e entregarem o folder com a divulgação do acompanhamento de 2011-12. Esse mesmo processo também foi realizado para os meninos não encontrados no AM ou no quartel.

2.1.6 Confeção das roupas para os exames de composição corporal

Foi necessária a confecção de roupas justas especiais para a realização dos exames de composição corporal. O equipamento Bod Pod exigia o uso de roupas e toucas justas e o Photonic (scanner corporal) não permitia o uso de roupas de cor preta. Por isso, foram adquiridos conjuntos que consistiam em uma touca de borracha (de natação), um par de protetores de pés (propé em TNT) e um roupão descartável (roupão em TNT). As roupas confeccionadas especialmente para uso nos equipamentos foram: bermuda e blusa regata de elastano, em cor verde clara, com tamanhos P, M, G e XG.

2.1.7 Recrutamento de pessoal

Nos meses de julho e agosto de 2012 ocorreu a seleção e recrutamento de pessoal para trabalhar no acompanhamento. A supervisora de campo da coorte, juntamente com uma pesquisadora, analisaram 87 currículos de candidatos de ambos os sexos, maiores de 18 anos de idade, com ensino médio completo e disponibilidade. Após análise dos currículos, entrevista, disponibilidade de tempo e experiência com pesquisa foram selecionadas 52 pessoas. Destas foram selecionadas 35 para participarem do treinamento do questionário geral, incluindo doze que também fizeram parte do treinamento da antropometria. As outras 17 pessoas pré-selecionadas foram chamadas apenas para o treinamento dos equipamentos de composição corporal. Para a antropometria e o questionário

geral foram treinadas apenas mulheres, enquanto que para o treinamento dos equipamentos, alguns homens também foram incluídos.

Para o cargo de coletador de sangue, o recrutamento foi feito separadamente pela pesquisadora bioquímica. Foram entrevistadas 12 candidatas e os critérios para seleção foram: experiência em coleta de sangue, disponibilidade de horários, planos de futuros (cursos ou viagens), horários e dias de trabalho, salário e experiência no ramo.

2.1.8 Treinamentos

O período de treinamentos de questionários, antropometria, equipamentos e coleta de sangue ocorreu de 08/08 a 26/08 de 2011.

- **Antropometria e pressão arterial**

No período de 08 a 12 de agosto um grupo de doze mulheres foram submetidas a treinamento de coleta de medida antropométricas e aferição da pressão arterial. Duas doutorandas (Bruna Schneider e Ludmila Muniz) foram as responsáveis pela padronização das medidas antropométricas e treinamento da aferição da pressão arterial, bem como para a seleção das candidatas.

- **Questionário geral**

Foi realizado, sob responsabilidade de uma pesquisadora, um treinamento teórico-prático de aproximadamente 40 horas para a aplicação do questionário. O treinamento incluiu: (a) leitura de cada bloco do questionário geral e do manual de instruções; (b) aplicações simuladas entre as próprias candidatas; (c) entrevistas com adolescentes e mães não pertencentes à coorte de 1993 e (d) treinamento de uso do PDA.

Durante o treinamento foi ressaltada a necessidade de manipular perfeitamente o questionário no PDA e acessar o manual de instruções em casos de dúvidas. O manual de instruções foi lido juntamente com as entrevistadoras com o objetivo de explicar o sentido das perguntas. Ao final de cada dia, dramatizações eram realizadas com a intenção de desenvolver a capacidade das candidatas no manejo com o PDA, nas diversas situações, e como uma forma do grupo de pesquisadores, supervisora e doutorandos avaliar o desempenho de

cada uma. Ao final do treinamento, foi cedido um turno para as entrevistadoras estudarem o manual de instruções para a realização da prova de seleção.

- **Questionário de frequência alimentar (QFA)**

A capacitação de pessoas para orientar os jovens sobre o preenchimento do QFA eletrônico, autoaplicado, foi realizada com duas candidatas já selecionadas para trabalhar no estudo. Ambas foram orientadas sobre como proceder com questionário em papel e no computador. Somente em exceções (problemas com o programa ou computadores) os QFAs deveriam ser aplicados em papel.

- **Equipamentos de composição corporal**

No período de 22 a 26 de agosto de 2011 foram treinados os 17 candidatos designados para o treinamento dos equipamentos. O treinamento previa a capacitação de pessoal para manipular os seguintes equipamentos: photonic scanner, bod pod, DXA.

Período: 22 e 23/08 - manhã e tarde

Responsáveis: Silvana (BodPod), Jeovany (DXA), Inácio (Photonic)

Número de participantes: 13

2.1.9 Avaliação e Seleção da Equipe

As candidatas treinadas para o questionário geral foram avaliadas através de uma prova teórico-prática. A seleção levou em consideração o desempenho objetivo em cada questão do teste e a subjetividade dos observadores (supervisora, coordenadores e doutorandos) sobre atitude, postura, comportamento e desempenho durante o treinamento.

A média foi calculada com base na nota da avaliação subjetiva e da prova. Foram consideradas aprovadas aquelas candidatas que obtiveram média igual ou superior a 6,0 e foram selecionadas para o trabalho seguindo a ordem de classificação até serem completas as vagas.

Um total de 27 candidatas foram aprovadas e selecionadas como entrevistadoras titulares. As demais candidatas aprovadas ficaram como suplentes.

Para os equipamentos, o critério de seleção foi baseado na compreensão e habilidade em manusear o aparelho. Foram selecionadas dez pessoas que atingiram os critérios.

Para a coleta de sangue os candidatos foram submetidos a uma prova prática, onde coletavam sangue no sistema de coleta a vácuo. Obedecendo à ordem de seleção obtida no treinamento e à disponibilidade de horário dos candidatos, foram selecionados dois profissionais.

Cabe ressaltar que ao final da etapa de treinamento, com um intervalo de uma semana, foram chamados os candidatos selecionados para nos dias um e dois de setembro de 2011 serem retreinados na sua respectiva função/aparelho.

3 Estudo piloto

No dia 3 de setembro de 2011 foi realizado o estudo piloto do acompanhamento 2011-12. Coordenadores, pesquisadores, supervisora de campo e doutorandos observaram toda a logística para o funcionamento da clínica da coorte de 93.

Os candidatos aprovados e selecionados para trabalharem no acompanhamento foram divididos em dois grupos para que em um momento servissem de “jovens” para as entrevistas e exames corporais e, posteriormente, fossem os responsáveis pela coleta de dados. Essa estratégia permitiu estabelecer o fluxo a ser adotado (desde a chegada do jovem à clínica), leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), realização dos exames nos equipamentos e dos questionários e, principalmente, ajudou a estimar o tempo gasto para realização de todas as medidas.

4 Início do trabalho de campo

O trabalho de campo teve início no dia cinco de setembro de 2011, no turno da manhã (8:00 horas) nas dependências do prédio B do CPE, na clínica do CPE.

O atendimento aos adolescentes foi realizado de segunda a sexta, em dois turnos de trabalho de seis horas corridas, os quais aconteciam das 8:00 às 14:00h (turno da manhã) e das 14:00 às 20:00 (turno da tarde). Nos sábados o período de atendimento era das 9:00 às 17:00h.

4.1 Logística da C93 na Clínica do CPE

Os adolescentes tinham sua visita agendada pelo telefone. A coorte contava com uma assistente em pesquisa responsável apenas pelos agendamentos. A ordem das ligações obedecia a data de nascimento dos jovens, na intenção de não contatar inicialmente aqueles adolescentes que ainda não haviam completado 18 anos, para que os mesmos pudessem assinar o TCLE.

Inicialmente foram agendados 16 adolescentes por dia, oito em cada turno de trabalho. Esse número foi sendo testado e foi aumentando gradativamente até chegar a 25 agendamentos por turno de trabalho, com o objetivo de que pelo menos 40 adolescentes visitassem a clínica por dia.

O jovem agendado, ao chegar na clínica, era atendido na recepção, local destinado a receber o adolescente. Neste momento, era solicitado um documento para certificação de que se tratava de um adolescente da coorte de 93. O nome do adolescente era conferido com o que constava na planilha de agendamentos. Caso não estivesse com um documento, perguntava-se o nome completo da mãe e esse era conferido em um banco de dados disponível num dos computadores da recepção. Ainda na recepção, o adolescente recebia um crachá (previamente elaborado) para usar durante todo o tempo que estivesse naquele local. Este crachá além de identificar o jovem, mostrava todos os locais pelos quais o adolescente deveria passar, garantindo desta forma que o acompanhado respondesse a todos os questionários e realizasse todos os exames previstos. Os crachás eram diferentes. Havia quatro cores de crachá. O crachá branco era o único que apontava que o jovem não fazia parte de nenhum subestudo. Após a entrega do crachá, a recepcionista entrava em contato com a responsável pelo fluxo dos questionários, para a mesma disponibilizar uma entrevistadora. A recepcionista encaminhava o adolescente a essa entrevistadora juntamente com o TCLE – existiam dois tipos de TCLE: do subestudo do deutério e do restante da amostra. Todos os TCLEs continham um código de barras que com o “ID”

(número de identificação) do adolescente. Na recepção ficava o questionário confidencial do jovem, que era posteriormente solicitado pela entrevistadora à recepcionista no momento em que o jovem terminasse de responder o questionário geral.

Com o jovem, a entrevistadora fazia a leitura do TCLE. Ao final da leitura, no caso de ser menina, se ela mencionasse que estava grávida ou poderia estar não eram realizados os exames de composição corporal e deutério (se fizesse parte da subamostra). Ao final do TCLE constava uma lista com os procedimentos (questionários e exames) que seriam realizados na C93 e o jovem deveria marcar um “X” em todos aqueles itens que estivesse de acordo em fazer. Nos casos em que o adolescente tivesse dúvida sobre algum exame, a entrevistadora lia uma descrição padronizada sobre o que era realizado, que também estava afixada nas salas de exames. Se persistisse a dúvida ou o adolescente se recusasse ou relatasse possuir algum impedimento para a realização (critério de exclusão para determinado exame), o doutorando de plantão (cada turno um doutorando era escalado para dar suporte) era chamado para assinalar tal ocorrido no crachá ou reverter a recusa. Os seguintes códigos eram utilizados pelos doutorandos:

R = recusa

G = grávida

PG = possível gravidez

CE = critério de exclusão

Após assinatura do TCLE, o adolescente era conduzido para as responsáveis pelo fluxo da clínica as quais o encaminhava para as entrevistas ou para os equipamentos.

A clínica ficou dividida em dois espaços, um para a aplicação dos questionários e outro para a realização de exames. Cada espaço era controlado por uma pessoa que portava uma planilha para controle do fluxo dos questionários e por outra que controlava a dos equipamentos. Portanto, quatro moças (duas por turno) estavam responsáveis por esse controle.

Na parte das entrevistas eram aplicados todos os instrumentos: questionário geral, questionário confidencial, QFA, M.I.N.I. e QI - WAIS. Na parte dos equipamentos eram realizados os seguintes exames: pletismografia (BodPod), densitometria (DXA), avaliação das dimensões corporais (Photonic

Scanner), espirometria, ultrassom de carótidas, coleta de sangue, antropometria (pregas cutâneas subescapular e tricipital; circunferência da cintura; perímetro braquial; altura e altura sentado) e pressão arterial. A ordem com que os adolescentes realizavam os blocos (questionários ou equipamentos) era controlada pelas responsáveis pela distribuição (chamado de *fluxo*) dos jovens na clínica.

5 Instrumentos de pesquisa

- Questionário geral

O questionário geral do acompanhamento dos 18 anos era constituído de 451 questões e dividido em nove blocos que abordavam diversos temas.

BLOCO AB – Família e Moradia

BLOCO C – Hábitos e trabalho

BLOCO D – Gravidez

BLOCO E – Doenças e remédios

BLOCO F – Atividade física e local

BLOCO G – Álcool

BLOCO H – Alimentação

BLOCO I – Qualidade de vida

BLOCO J – Saúde bucal e SRQ

- Questionário de Frequência Alimentar

O QFA composto por 88 itens alimentares foi desenvolvido com base nos questionários alimentares de outros acompanhamentos sendo em versão eletrônica e autoaplicado. O questionário, diferentemente dos outros acompanhamentos era semiquantitativo, ou seja, continha as porções de consumo padronizadas e a frequência de consumo fechada/categorizada. Foram inseridas fotos com as porções médias de cada alimento com o objetivo de tornar o layout do questionário mais atraente para os jovens.

6 Manuais de instruções

Os manuais de instruções do estudo serviam como guia e apoio para os entrevistadores e responsáveis dos equipamentos. Eles eram sempre utilizados

nos casos de dúvidas, tanto no registro de informações no PDA, quanto para esclarecer sobre os critérios de exclusão de exames, erros dos equipamentos, etc. Exemplares dos mesmos ficavam em cada sala de entrevista.

7 Estratégias de busca de adolescentes durante o trabalho de campo

Algumas estratégias de busca dos adolescentes foram utilizadas no decorrer do trabalho para àqueles que não haviam sido encontrados/contatados ou que não compareceram na clínica do CPE após contato telefônico (agendamento).

7.1 Rastreamento de endereços não encontrados

Duas rastreadoras foram contratadas com objetivo de localizar o domicílio daqueles adolescentes que não tinham telefone/contato. Com base em um levantamento dos endereços dos acompanhamentos anteriores (2004 e 2008) e de uma atualização realizada em 2010, as rastreadoras iam até esses endereços, do mais antigo até o mais recente e preenchiam um formulário. Num segundo momento, nos casos de não encontrarem o/a adolescente, era fornecido o endereço de parentes que tinham nos questionários antigos na parte de “referências”, para conseguir contato. Neste momento as rastreadoras deixavam o folder para o/a jovem e em alguns casos agendavam a visita do mesmo na clínica do CPE.

7.2 Divulgação na imprensa local e em redes sociais

Com o objetivo de divulgar o acompanhamento da coorte de 1993 e trazer mais participantes do estudo para a clínica foram publicadas e divulgadas matérias na TV e rádios locais. Foram gravadas participações na Rede Nativa, RBS, TV Cidade – Canal 20 da TV fechada no Programa Vida saudável, Rádio Universidade Católica, jornal Diário Popular, jornal Zero Hora, Rádio Atlântida e Rádio Federal FM. Também foram disponibilizados perfis da Coorte de 1993 em redes sociais, como:

- Facebook: <http://www.facebook.com/pages/Coorte-1993-Pelotas/339911399360987>
- Orkut: <http://www.orkut.com.br/Main#Profile?uid=2225285241213633335>
- MSN: coorte1993@hotmail.com
- Twitter: @EpidemioUFPeI

7.3 Visitas domiciliares/Unidade Móvel (Van)

Com o objetivo de encontrar jovens cujo contato era difícil, inexistente ou sem sucesso (vinda à clínica), visitas domiciliares começaram a ser realizadas em 14 de fevereiro de 2012. Foi alugado um carro (van) para deslocar parte da equipe até a residência dos adolescentes. A equipe era formada por um doutorando, uma entrevistadora treinada e padronizada também como antropometria, que aplicava QFAs (em papel), questionário geral e orientava o preenchimento do questionário confidencial, uma espirometria, uma coletadora de sangue (técnica) e uma psicóloga. A van percorria os vários bairros da cidade em busca de jovens que não compareceram à clínica após vários agendamentos telefônicos ou que o contato telefônico não tinha sido possível. Essa estratégia funcionava todas as tardes, de segunda a sábado. No mês de março a van também funcionou em um único domingo, sem sucesso (jovens não se encontravam na residência). Os participantes eram inicialmente convidados a vir à clínica. Se aceitassem, a van os trazia. Caso contrário, eram entrevistados em domicílio.

7.4 Ajuda de custo para as entrevistas domiciliares

As visitas domiciliares iniciaram sem qualquer ajuda de custo para os jovens. Porém, no decorrer do trabalho, como uma forma de incentivo à participação na pesquisa foi decidido oferecer uma ajuda de custo no valor de R\$ 25,00 pelas entrevistas realizadas no domicílio mais uma quantia de R\$ 50,00 caso o adolescente comparecesse na clínica para realizar os exames de composição corporal. O valor pago no domicílio foi uma forma de ressarcir o tempo de lazer dos participantes utilizado pelo estudo.

7.5 Entrevista na Fundação de Atendimento Socioeducativo (FASE)

No mês de março foi deslocada uma equipe de entrevistadoras acompanhadas de um doutorando para realizarem uma entrevista com jovem internado na FASE. Este fez o questionário geral, confidencial, QFA, testes psicológicos, coleta de sangue, espirometria, medida de pressão arterial e antropometria.

7.6 Conduta com as gestantes e “possíveis grávidas”

As gestantes e “possíveis grávidas” quando visitavam a clínica não realizavam os exames de composição corporal. Em um segundo momento, após o parto, essas meninas foram contatadas e convidadas a retornarem ao local para realizarem os exames. Após a conclusão dos exames elas recebiam uma ajuda de custo de R\$50,00.

7.7 Informações espontâneas obtidas durante o campo

A partir de dezembro os jovens que já haviam visitado a clínica foram contatados novamente para serem informados sobre o recebimento de R\$15,00 no caso de indicarem outro jovem que fizesse parte do acompanhamento para participar da pesquisa. Outras pessoas também indicaram seus conhecidos nascido em 1993 em hospitais de Pelotas e receberam igualmente o valor.

8 Controle das entrevistas/exames

Um controle semanal para informar a evolução do trabalho de campo era realizado através de um relatório elaborado pela equipe de banco de dados. Esse relatório apresentava um resumo da produção em um período de seis dias de trabalho de campo. Neste arquivo era apresentado o N geral do acompanhamento e por atividade/exame/procedimento realizado e as frequências (%) de resposta de algumas variáveis do questionário geral, como: uso de álcool, trabalho, osso quebrado, cigarro e uso de remédio nos últimos quinze dias. Esse conteúdo era enviado semanalmente pela equipe de dados para informar os pesquisadores, doutorandos e supervisora de campo sobre o andamento do trabalho de campo.

9 Controle de qualidade do trabalho

9.1 Entrevistas

No mês de janeiro iniciaram-se as ligações para o controle de qualidade da visita dos 18 anos. Foram sorteados 10% da amostra estudada, totalizando 413 adolescentes. O adolescente sorteado era contatado por telefone e eram feitas seis perguntas, quatro em relação ao questionário geral, uma sobre o questionário confidencial e uma sobre a medida da circunferência da cintura, presentes em um questionário simplificado padronizado. O controle de qualidade foi realizado por uma doutoranda. O banco foi digitado no programa estatístico Epidata versão 3.1 e transferido para o Stata 11.1 onde foram realizadas as concordâncias.

9.2 Equipamentos e medidas corporais

- **Medidas antropométricas**

Nos dias 28 e 29 de novembro de 2011, durante o atendimento na clínica, foi realizada a repadronização das medidas antropométricas das duas antropometristas e a altura em pé das duas operadoras do BodPod. As medidas foram coletadas e registradas na folha de padronização duas vezes por cada medidora e pelo examinador padrão ouro. As medidas foram colocadas na planilha de padronização proposta por Habitch (1976). No mês de janeiro o processo de repadronização foi repetido.

- **Equipamentos de composição corporal**

Os dados gerados pelos equipamentos eram conferidos semanalmente a fim de detectar possíveis erros, e ficavam a cargo de um integrante da informática e dos doutorandos responsáveis por cada aparelho.

10 Banco de dados

Dois doutorandos em conjunto com um pesquisador ficaram responsáveis pelo manejo dos dados durante todo o acompanhamento.

- **Questionários**

Os PDAs com as informações coletadas pelos questionários eram descarregados diariamente por uma pessoa responsável exclusivamente para essa tarefa. O questionário geral possuía onze blocos e para cada um deles era gerado um banco separadamente. Semanalmente (todas as quintas-feiras) essas informações eram reunidas em um único arquivo para a construção do banco de dados. Além disso, semanalmente era gerado um banco com os dados da antropometria.

Os dados, quando extraídos do PDA, geravam um arquivo em Excel. Toda semana, para construir o banco de dados em Stata, legível e consistente, a equipe de dados seguia uma rotina, a qual está descrita abaixo:

Às quintas-feiras, o arquivo em Excel (que continha as informações referentes a uma semana de trabalho) era transformado em Stata pela Ana Lima. Essa mesma pessoa rodava os scripts em cada um dos bancos (blocos do questionário e antropometria), a fim de nomear as variáveis e identificar números de identificação (ID) duplicados; posteriormente, esses bancos eram gravados em uma pasta no Dropbox (“pré-processados”), em uma versão “c” (exemplo: bloco da antropometria da semana 01 → era salvo como antro01c).

Depois que os bancos, referentes a todos os blocos, já estavam no Dropbox, um dos doutorandos pegava as versões “c” e rodava novos scripts a fim de identificar possíveis inconsistências no preenchimento do questionário. Após corrigidas as inconsistências, os bancos eram salvos em outra pasta no Dropbox (“processados”), na versão “d” (exemplo: bloco da antropometria da semana 01 → era salvo como antro01d). Semanalmente, os bancos referentes a cada bloco eram anexados ao banco da semana anterior e salvos no Dropbox (em uma pasta chamada “append”); (exemplo: blocos da antropometria das semanas 01 e 02 → eram salvos como antro01-02d).

Finalmente, todos os bancos foram unidos em único arquivo, configurando o banco final deste acompanhamento. Os valores missing presentes no banco foram denominados como **.a** quando o registro correspondia a 8, 88 ou 888 (Não se aplica - NSA) e como **.b** quando o registro era referente a 9, 99 ou 999 (Ignora - IGN).

▪ **Equipamentos**

Semanalmente as informações dos equipamentos eram descarregadas e, então, realizada a construção do banco de dados de cada aparelho. Cabe ressaltar que cada aparelho tem sua particularidade em relação à construção de banco de dados. Por exemplo, os bancos da espirometria e do DXA são originalmente em formato Access (*.mdb) enquanto o BodPod e o Photonic scanner tinham seus dados originalmente armazenados como formato texto (*.txt). Portanto, scripts diferentes (em formato .do do Stata) eram necessários para cada aparelho.

Em suma, o arquivo .do organizava os bancos de dados de forma a cada linha representar a informação de um indivíduo e cada coluna as variáveis obtidas. Após isso, era rodado um script para verificar alguma inconsistência nos número de identificação (nquest) e no dígito verificador (dv). Cada doutorando responsável pelo seu aparelho verificava as inconsistências ou possíveis erros nas informações obtidas. Por fim, os bancos semanais eram inseridos conjuntamente através do comando “append” do Stata 12.0.

11 Reversão de recusas

Alguns jovens recusaram participar do acompanhamento no primeiro contato com a responsável pelos agendamentos na clínica. Portanto medidas tiveram de ser tomadas para reverter tal situação.

▪ Telefonemas

No mês de janeiro de 2012 iniciou-se o processo de tentativas de reversão de recusas. Um doutorando era responsável pelo novo contato, com o auxílio de outros dois colegas, através de uma lista de nomes que haviam agendado visita na clínica, mas não haviam comparecido, ou aqueles que se recusavam participar da pesquisa. Os doutorandos ligavam para os jovens e tentavam reverter a situação por meio de propostas como: trocar horários, agendar visita com a van da C93 ou então negociar sobre os procedimentos que despertavam medo ou desconfiança por parte dos adolescentes. Cerca de 100 recusas foram detectadas, sendo que para 80 dessas foi possível o contato e cerca de 10% dessas foram revertidas.

12 Outras cidades

Alguns jovens aos 18 anos estavam residindo fora da cidade de Pelotas (N=334). Para esses adolescentes era feita a proposta de agendarem a visita e eram ressarcidos com o valor gasto com passagens até Pelotas no ato da apresentação das notas fiscais. Ao todo, compareceram 132 jovens de outras cidades na C93, sendo que 40 deles realizaram apenas os questionários.

▪ Entrevistas por telefone

No primeiro dia do mês de março de 2012 deu-se início as entrevistas por telefone para jovens moradores fora de Pelotas que não puderam se deslocar até a cidade. As entrevistadoras ficavam responsáveis por entrar em contato com adolescentes para aplicar o questionário geral. O questionário confidencial e QFA eram enviados por correio convencional (com selo e envelope para devolução) ou eletrônico (via e-mail, após solicitação do/a participante). A entrevistadora, ao término da aplicação do instrumento, tentava convencer o/a jovem a visitar a clínica para realizar os exames de composição corporal.

Foram detectados 334 jovens morando fora do município, sendo que para 45 destes o questionário foi aplicado por telefone.

13 Aspectos financeiros

O controle financeiro da pesquisa ficou a cargo da coordenadora Ana Maria Baptista Menezes e do administrador do Centro de Pesquisas Epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas, Luis Fernando Barros. A supervisora de campo informava mensalmente ao administrador o total a ser pago para cada membro da equipe. A equipe de entrevistadoras recebia salários mensais fixos, enquanto que motoboys entre outros recebiam salários de acordo com a produção. A distribuição de vales-transportes era feita pela bolsista e secretária, ocorrendo mensalmente.

14 Questões éticas

Alguns participantes da coorte, durante a realização da entrevista/exames ou posteriormente ao seu comparecimento na clínica do CPE, solicitavam atendimento médico com especialista por algum problema de saúde. A demanda

era repassada para a supervisora do trabalho de campo a qual entrava em contato com profissionais capazes de indicar local ou profissional ou solucionar o problema. Em alguns casos, os pesquisadores também eram comunicados sobre as demandas e, sempre que possível, aceleravam o processo de consulta ou resolução do problema. Sempre que possível, os casos eram encaminhados para um atendimento gratuito e de qualidade. Foi indispensável à colaboração dos profissionais: Victor Castagno (oftalmologista), Flávio Demarco (odontólogo), Rogério Linhares (clínica médica), Eduardo Machado (clínica médica e endocrinologia), Silvana Orlandi (avaliação nutricional e dietoterapia) e Isabel Oliveira (tipagem sanguínea).

15 Percentuais de localização, perdas e recusas

Das 5249 crianças nascidas vivas em 1993, 163 foram detectadas como óbitos (até abril de 2012). Dentre os 5086 restantes, 4526 foram localizados durante o acompanhamento, sendo que destes, 4106 foram entrevistados e 3991 realizaram no mínimo um exame corporal. Dessa maneira, optou-se por considerar no acompanhamento aqueles indivíduos que completaram as entrevistas, os quais, somados aos óbitos, representaram um percentual de 81,3% de acompanhados.

Foram identificados 333 jovens residindo fora de Pelotas. Dessa forma, foi realizado contato telefônico com a grande parcela destes jovens. Por motivo deste contato foi possível que 87 adolescentes fossem até a CC93 para responder aos questionários e realizar os exames corporais. Também foram feitas 50 entrevistas telefônicas e os jovens apesar de terem sido convidados a comparecerem na CC93 para realizarem os exames corporais, a maioria não compareceu.

Dos 4526 adolescentes localizados aos 18 anos de idade, 127 (2,3%) deles recusaram-se a participar do estudo e 110 (2,0%) foram considerados como perdas, e mesmo após várias tentativas para que participassem, eles não compareceram à C93.

ARTIGO 1

Sleep duration and body composition in adolescence: a systematic review

*Após considerações da banca, o artigo será submetido aos
Cadernos de Saúde Pública*

Sleep duration and body composition in adolescence: a systematic review of longitudinal studies

Running title: Sleep duration and body composition

Antônio Augusto Schafer¹
Marlos Rodrigues Domingues²
Fernanda de Oliveira Meller¹
Darren Lawrence Dahly³
Maria Cecília Formoso Assunção¹

¹ Post-Graduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

²Post-graduate Program in Physical Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

³ Department of Epidemiology and Public Health, University College Cork, Cork, Ireland.

Address and contact details of the corresponding author:

Antônio Augusto Schäfer
Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia
Rua Marechal Deodoro, nº 1160, 3º piso
Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil
CEP: 96020-220
Phone: 55 53 32841300
Fax: 55 53 32841300
E-mail: aaschafer@hotmail.com

Abstract

This systematic review aimed to examine the longitudinal evidence on the influence of sleep duration on body composition, overweight and/or obesity in adolescents. The PubMed and Scopus databases were systematically searched. To evaluate the quality of selected articles, the scale proposed by Downs & Black was used. The review included 7 articles. The mean and median scores of the scale used to assess the quality of papers were 16.7 and 18 (maximum possible score of 22 points), respectively. Our systematic review showed that sleep duration is not associated with body composition, overweight and/or obesity in adolescents. We also observed that most of the studies do not use appropriate measures for collecting the exposure and outcome. In order to better understanding this relationship among adolescents, further research using valid and accurate measurements is needed.

Keywords: Sleep duration; Overweight; Obesity; Body composition; Adolescence.

INTRODUCTION

Obesity is defined as abnormal or excessive accumulation of body fat or adipose tissue, it is associated with various comorbidities and presents an increasing prevalence among different age groups worldwide, including countries where malnutrition still persists ¹. A recent systematic review with forty studies worldwide found the prevalence of overweight and obesity among adolescents is high: about 30% in American and 22%–25% in European adolescents ².

Several studies have investigated the influence of sleep duration on overweight and obesity during the adolescence but the findings are inconsistent. While some authors showed an inverse association between sleep duration and overweight/obesity ³⁻⁵, others have not observed such associations ⁶⁻⁸. Also, study design may affect the results, i.e. the influence of short sleep duration on overweight/obesity found in most of cross-sectional studies is not supported by the findings from longitudinal studies ⁹.

The mechanisms that mediate the association between sleep and body composition are both biological and behavioral. Short sleep duration might deregulate the appetite controlling hormones leptin and ghrelin ¹⁰. It also results in tiredness, which can affect

energy expenditure. Moreover, extra time awake provides more opportunity for food intake¹¹.

The period of the adolescence is marked by dynamic of physical and psychosocial maturation¹², including several alterations in the duration and organization of sleep stages¹³, and in the body composition¹⁴. Thus, the objective of this study was to examine the evidence from longitudinal studies regards to sleep duration, body composition and overweight/obesity in adolescents in order to improve our understanding of this relationship.

MATERIALS AND METHODS

Literature search

A systematic search was conducted to identify papers available on PubMed and Scopus databases. The terms used in PubMed were: ("body composition" OR "fat mass" OR "fat free mass" OR "body fat" OR adipose OR adiposity OR overweight OR obesity) AND (sleep OR "sleep duration") with the following filters: Child: birth-18 years, Child: 6-12 years, and Adolescent: 13-18 years. In the Scopus database we used the following terms: ("body composition" OR "fat mass" OR "fat free mass" OR "body fat" OR adipose OR adiposity OR overweight OR obesity) AND (sleep OR "sleep duration") AND (child* OR adolesc*).

All papers published by February 2016 were included in the search, irrespective of language, year of publication, and study design.

Reference lists from the searches of electronic databases were combined into a single library using Endnote, and duplicates were removed. A single author examined each remaining title and abstract to remove obviously irrelevant reports. The full-text of all remaining items was independently assessed by two authors using the below inclusion and exclusion criteria. Furthermore, references assessment of the selected articles was performed to identify other potentially relevant studies, but all references found in the articles had already been included in the first review.

Inclusion/exclusion criteria

Longitudinal articles that assessed the association between sleep duration and body composition, overweight or obesity in adolescents were selected.

According to defined age range for adolescence by the World Health Organization, this review focused exclusively on individuals aged between 10 and 19 years. Studies

including participants younger than 10 years or aged 20 years or more were excluded, unless these studies had also included adolescents and had separate analysis for this group.

Quality assessment

To evaluate the selected articles, the scale proposed by Downs & Black was used¹⁵ (Table 1). Of the 27 proposed questions, eight were excluded because they did not apply to longitudinal studies. Moreover, two specific questions were included to evaluate the quality of exposure and outcome measurement. These questions were: "Was sleep duration assessed by a direct method (such as actigraphy or polysomnography)?" and "Did the study evaluate body composition appropriately (Bioelectrical impedance, Dual energy X-ray absorptiometry (DXA), Air displacement plethysmography, or skinfolds thickness)?"

Question 27 was modified. The original question is: *"The study has enough power to detect a clinically important effect when the p value for a difference that is due to chance is less than 5%?"*, and we have instead examined whether the study had the parameters for calculating sample and power to detect the expected effect.

According to the scale used all questions were scored 0 (No) or 1 (Yes), with exception of the question 5 which was scored 0, 1 or 2. Therefore, the maximum score was 22 points.

RESULTS

We identified a total of 5293 titles. After removing duplicates and eliminating 3411 papers based on titles and abstracts, we selected 160 full-text articles. From this set of papers, 153 papers were eliminated due to methodological issues (126 did not used a longitudinal methodology; 22 did not asses the exposure and/or outcome during adolescence; 5 did not assess the outcomes of interest). At the end of the selection process, 7 articles were included in the systematic review (Figure 1).

The characteristics of included studies in this review are described in Figure 2. The papers were published between the years 2010 and 2015, and the samples ranged from 504 to 13568 adolescents. In relation to quality of papers assessment, the mean and median scores of the scale used were 16.7 and 18, respectively (maximum possible score of 22 points). The seven papers included in this review were carried out in high-income countries. Most of them were conducted in North America^{5, 8, 16-18} and two in Europe^{19, 20}.

All papers used sleep duration reported by adolescents^{8, 16-20} or by parents⁵. Four studies assessed sleep duration as a continuous variable^{16, 17, 19, 20}, two as a categorical

variable ^{8, 18}, and the other one evaluated it in both ways ⁵. The adequate sleep duration ranged from 6 to 11 hours among the studies that used categorical variable.

In relation to the outcomes, four evaluated them as continuous variable (two of them evaluated BMI and percentage of body fat ^{16, 19}, one assessed fat mass and fat-free mass ²⁰, and one BMI only ¹⁷), two used categorical outcomes (both evaluated obesity ^{8, 18}), and one study used both continuous and categorical outcomes (BMI and overweight and obesity ⁵).

It was observed that only two studies found an inverse association between sleep duration and BMI ^{5, 17}. Seegers et al. ⁵, analyzing the sleep duration as both categorical and continuous variables, showed that the adolescents included in the short sleep duration trajectory (≤ 10 h) had higher risk of being in the overweight trajectory and in the trajectory of obesity compared with 11-hour sleeper trajectory. In addition, one hour less of sleep at 10 years of age was associated with increased risk for being overweight (OR: 1.51, 95% CI: 1.28; 1.76) and obese (OR: 2.07, 95% CI: 1.51; 2.84) at age 13 years. Mitchell et al. ¹⁷, found that each additional hour of sleep was associated with reduction in BMI from 14 to 18 years of age, at all BMI percentiles. The remaining studies reported no association ^{8, 16, 18-20}. All studies included in our systematic review adjusted the analyses for possible confounding variables.

DISCUSSION

This systematic review showed that sleep duration is not associated with body composition, overweight or obesity in adolescents.

We observed that none study used objective methods to measure sleep duration, such as actigraphy, which allows to record motor activity and infer sleep and wakefulness periods during prolonged periods of time ²¹, or polysomnography, which is a multiparameter test considered the "gold standard" for defining sleep disorders ²². Since self-reported sleep duration presents poor agreement with objectively measured sleep ²³ these findings suggests that future studies should use more accurate methods to assess sleep duration.

For long time, BMI was used to provide information about body fat excess. Nevertheless it is a simple method and has numerous drawbacks, mainly because it does not distinguish well between lean and fat mass, which may lead misclassification ^{24, 25}. Skinfolds measurements are alternatives widely used when seeking inexpensive methods

²⁶. However, several other methods, more modern and accurate, have been used to measure body fat, such as dual energy x-ray absorptiometry (DXA), plethysmography, computerized tomography and magnetic resonance imaging; however, they are technologically complex and expensive ²⁴. Considering the results of three studies that assessed body composition by more accurate method (bioelectrical impedance), it was observed that all studies reported no association between sleep duration and fat mass ²⁰, fat-free mass ²⁰ and percentage of body fat ^{16, 19}. Also, it is important to highlight that the studies that found association between sleep duration and BMI, overweight or obesity used weight and height reported ^{5, 17}. One of them used weight and height reported by adolescents' mothers ⁵ and the other used adolescents' self-reported height and weight ¹⁷. These results should be interpreted with caution because self-reported measures of height and weight in adolescents may not present valid measures ^{27, 28}.

Moreover, our findings showed that all studies performed adjusted analyses. We identified that the variables socioeconomic status and parental education were widely used as potential confounders. On the other hand, some variables that may play a role in the association between sleep duration and body composition, overweight/obesity were found in a few studies: physical activity (n=4), screen time (n=3), and pubertal status (n=3).

It is well established that the sleep deprivation may result in fatigue and excessive daytime sleepiness ¹¹, which could have a negative effect on the daily physical activity. A longitudinal study conducted in the United States found that 40% of adolescents aged 12 to 16 years reported waking up tired ²⁹. In addition, physical activity has beneficial effect on sleep, which suggests negative synergism between short sleep duration and low levels of physical activity ¹¹.

Physical inactivity also contributes to imbalance between energy intake and expenditure ³⁰. Studies showed that watching television increases the prevalence of obesity in adolescents. ^{31, 32}. Watching television may represent a risk for being obese because of the reduction in the energy expenditure, which contributes to the impairment of the regulation of energy balance ³³. Moreover, one of the behavioral changes observed in industrialized societies has been the decrease in nocturnal sleep due to the availability of electricity, technological equipment, work demand, and work shifts ³⁴. Thus, adolescents from different cultures use television, computers and other electronic equipment every day and for long periods, resulting in delayed sleep onset and sleep duration reduction ^{35, 36}.

It is known that the period of adolescence is marked by drastic biological and psychosocial changes. Nutritional diagnosis in this age group need to take into account the sexual maturation because teenagers of the same age, sex, weight and height are in different stages of sexual maturation^{37, 38}. In addition, during this period, occur important changes in the percentage and distribution of fat mass, and in amount of lean mass, increasing the differences between boys and girls¹⁴.

Another important highlight has been given to the variable related to food. Food consumption based on foods with high energetic density, simple sugar, saturated fat, sodium, preservatives, and low-fiber and micronutrients has been pointed as predictor of obesity³⁹. Inadequate dietary habits as skipping meals (mainly breakfast) and fast foods consumption are common in the adolescents lifestyle, and are considered factors that contribute to the development of obesity³⁹.

Although considerable attention should be given to the variables highlighted above, only one article included all those variables in their adjusted analyses¹⁶ and found no association between sleep duration, BMI and percentage of body fat.

Our systematic review had the strength of including longitudinal studies only. This study design allows establishing the temporal relationship between the exposure and outcome studied. Also, the studies included in this systematic review presented good quality with scores ranged from 14 to 19 points (maximum possible score of 22 points). Meta-analysis could not be conducted to explore the association between sleep duration, body composition and overweight/obesity due to different outcomes measured and estimates used.

In conclusion, the results of this systematic review suggest that sleep duration does not influence body composition, overweight/obesity in adolescence. However, most of the studies do not use appropriate measures for collecting the exposure and outcome. Thus, in order to better understanding this relationship among adolescents, further research using valid and accurate measurements is needed.

REFERENCES

1. WHO. Redefining obesity and its treatment. Geneva: World Health Organization; 2000.
2. Bibiloni Mdel M, Pons A, Tur JA. Prevalence of overweight and obesity in adolescents: a systematic review. *ISRN Obes.* 2013;2013:392747.
3. Suglia SF, Kara S, Robinson WR. Sleep duration and obesity among adolescents transitioning to adulthood: do results differ by sex? *J Pediatr.* 2014 Oct;165(4):750-4.
4. Meldrum RC, Restivo E. The behavioral and health consequences of sleep deprivation among U.S. high school students: relative deprivation matters. *Preventive medicine.* 2014 Jun;63:24-8.
5. Seegers V, Petit D, Falissard B, Vitaro F, Tremblay RE, Montplaisir J, et al. Short sleep duration and body mass index: a prospective longitudinal study in preadolescence. *American journal of epidemiology.* 2011 Mar 15;173(6):621-9.
6. Stea TH, Knutsen T, Torstveit MK. Association between short time in bed, health-risk behaviors and poor academic achievement among Norwegian adolescents. *Sleep medicine.* 2014 Jun;15(6):666-71.
7. Gates M, Hanning RM, Martin ID, Gates A, Tsuji LJ. Body Mass Index of First Nations youth in Ontario, Canada: influence of sleep and screen time. *Rural and remote health.* 2013;13(3):2498.
8. Calamaro CJ, Park S, Mason TB, Marcus CL, Weaver TE, Pack A, et al. Shortened sleep duration does not predict obesity in adolescents. *Journal of sleep research.* 2010 Dec;19(4):559-66.
9. Guidolin M, Gradisar M. Is shortened sleep duration a risk factor for overweight and obesity during adolescence? A review of the empirical literature. *Sleep medicine.* 2012 Aug;13(7):779-86.
10. Knutson KL, Spiegel K, Penev P, Van Cauter E. The metabolic consequences of sleep deprivation. *Sleep Med Rev.* 2007 Jun;11(3):163-78.
11. Taheri S. The link between short sleep duration and obesity: we should recommend more sleep to prevent obesity. *Arch Dis Child.* 2006 Nov;91(11):881-4.
12. Frey S, Balu S, Greusing S, Rothen N, Cajochen C. Consequences of the timing of menarche on female adolescent sleep phase preference. *PLoS One.* 2009;4(4):e5217.
13. Thorpy MJ, Korman E, Spielman AJ, Glovinsky PB. Delayed sleep phase syndrome in adolescents. *Journal of adolescent health care : official publication of the Society for Adolescent Medicine.* 1988 Jan;9(1):22-7.

14. Cameron N. Human growth and development. USA: Elsevier Science; 2002.
15. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*. 1998 Jun;52(6):377-84.
16. Lytle LA, Murray DM, Laska MN, Pasch KE, Anderson SE, Farbakhsh K. Examining the longitudinal relationship between change in sleep and obesity risk in adolescents. *Health education & behavior : the official publication of the Society for Public Health Education*. 2013 Jun;40(3):362-70.
17. Mitchell JA, Rodriguez D, Schmitz KH, Audrain-McGovern J. Sleep duration and adolescent obesity. *Pediatrics*. 2013 May;131(5):e1428-34.
18. Roberts RE, Duong HT. Is there an association between adolescent sleep restriction and obesity. *J Psychosom Res*. [Article in Press]. 2015.
19. Araujo J, Severo M, Ramos E. Sleep duration and adiposity during adolescence. *Pediatrics*. 2012 Nov;130(5):e1146-54.
20. Collings PJ, Wijndaele K, Corder K, Westgate K, Ridgway CL, Sharp SJ, et al. Prospective associations between sedentary time, sleep duration and adiposity in adolescents. *Sleep medicine*. [Article]. 2015;16(6):717-22.
21. Acebo C, Sadeh A, Seifer R, Tzischinsky O, Wolfson AR, Hafer A, et al. Estimating sleep patterns with activity monitoring in children and adolescents: how many nights are necessary for reliable measures? *Sleep*. 1999 Feb 1;22(1):95-103.
22. Fujita RR, Moysés MG, Vuono IM. Tratado de Otorrinolaringologia da Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia. Sono ReAd, editor.; 2003.
23. Girschik J, Fritschi L, Heyworth J, Waters F. Validation of self-reported sleep against actigraphy. *J Epidemiol*. 2012;22(5):462-8.
24. Bergman RN. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)*. 2011 Jun;20(6):1135.
25. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiological reviews*. 2000 Apr;80(2):649-80.
26. Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GJ. Body fat percentile curves for U.S. children and adolescents. *American journal of preventive medicine*. 2011 Oct;41(4 Suppl 2):S87-92.

27. Abraham S, Luscombe G, Boyd C, Olesen I. Predictors of the accuracy of self-reported height and weight in adolescent female school students. *Int J Eat Disord*. 2004 Jul;36(1):76-82.
28. Enes CC, Fernandez PMF, Voci SM, Toral N, Romero A, Slater B. Validity and reliability of self-reported weight and height measures for the diagnoses of adolescent's nutritional status. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2009;12:627-35.
29. Knutson KL. The association between pubertal status and sleep duration and quality among a nationally representative sample of U. S. adolescents. *American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council*. 2005 Jul-Aug;17(4):418-24.
30. Crossman A, Sullivan DA, Benin M. The family environment and American adolescents' risk of obesity as young adults. *Social Science & Medicine*. 2006;63:2255-67.
31. Dietz WHJ, Gortmaker SL. Do we fatten our children at the television set? Obesity and television viewing in children and adolescents. *Pediatrics*. 1985;75(5):807-12.
32. Gortmaker SL, Must A, Sobol AM, Peterson K, Colditz GA, Dietz WH. Television viewing as a cause of increasing obesity among children in the United States, 1986-1990. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1996;150(4):356-62.
33. Prentice AM. Obesity and its potential mechanistic basis. *British medical bulletin*. 2001;60:51-67.
34. Rajaratnam SM, Arendt J. Health in a 24-h society. *Lancet*. 2001 Sep 22;358(9286):999-1005.
35. Calamaro CJ, Mason TB, Ratcliffe SJ. Adolescents living the 24/7 lifestyle: effects of caffeine and technology on sleep duration and daytime functioning. *Pediatrics*. 2009 Jun;123(6):e1005-10.
36. Gibson ES, Powles AC, Thabane L, O'Brien S, Molnar DS, Trajanovic N, et al. "Sleepiness" is serious in adolescence: two surveys of 3235 Canadian students. *BMC Public Health*. 2006;6:116.
37. Zafon C. Oscillations in total body fat content through life: an evolutionary perspective. *The International Association for the Study of Obesity*. 2007;Obesity reviews 8:525-30.
38. Beechy L, Galpern J, Petrone A, Das SK. Assessment tools in obesity - Psychological measures, diet, activity, and body composition. *Physiol Behav*. 2012 Aug 20;107(1):154-71.
39. Kant AK, Graubard BI. A Comparison of Three Dietary Pattern Indexes for Predicting Biomarkers of Diet and Disease. *Journal of the American College of Nutrition*. 2005;24(4):294-303.

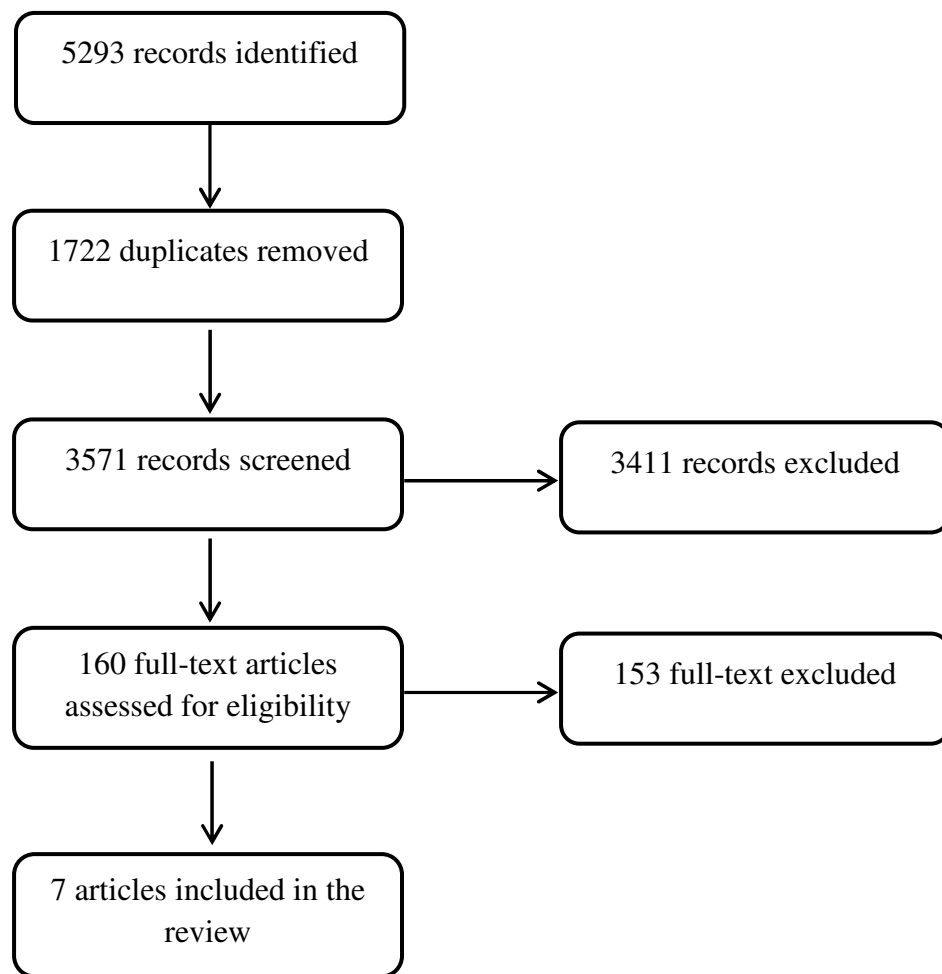


Figure 1. Illustration of literature search.

Table 2. Checklist for measuring studies quality adapted from Downs & Black¹⁵.

Criterion	Number of articles	
	Adequate	Inadequate
1. Is the hypothesis/aim/objective of the study clearly described?	7	0
2. Are the main outcomes to be measured clearly described in the Introduction or Methods section?	7	0
3. Are the characteristics of the patients included in the study clearly described?	7	0
4. Are the interventions of interest clearly described?†	-	-
5. Are the distributions of principal confounders in each group of subjects to be compared clearly described?	7	0
6. Are the main findings of the study clearly described?	7	0
7. Does the study provide estimates of the random variability in the data for the main outcomes?	7	0
8. Have all important adverse events that may be a consequence of the intervention been reported?†	-	-
9. Have the characteristics of patients lost to follow-up been described?	5	2
10. Have actual probability values been reported (e.g. 0.035 rather than <0.05) for the main outcomes except where the probability value is less than 0.001?	7	0
11. Were the subjects asked to participate in the study representative of the entire population from which they were recruited?	2	5
12. Were those subjects who were prepared to participate representative of the entire population from which they were recruited?	2	5
13. Were the staff, places, and facilities where the patients were treated, representative of the treatment the majority of patients receive?†	-	-
14. Was an attempt made to blind study subjects to the intervention they have received?†	-	-
15. Was an attempt made to blind those measuring the main outcomes of the intervention?†	-	-
16. If any of the results of the study were based on “data dredging”, was this made clear?	7	0
17. In trials and cohort studies, do the analyses adjust for different lengths of follow-up of patients, or in case-control studies, is the time period between the intervention and outcome the same for cases and controls?‡	7	0
18. Were the statistical tests used to assess the main outcomes appropriate?	7	0
19. Was compliance with the intervention/s reliable?†	-	-
20. Were the main outcome measures used accurate (valid and reliable)?	4	3
21. Were the patients in different intervention groups (trials and cohort studies) or were the cases and controls (case-control studies) recruited from the same population?‡	6	1
22. Were study subjects in different intervention groups (trials and cohort studies) or were the cases and controls (case-control studies) recruited over the same period of time?‡	6	1
23. Were study subjects randomised to intervention groups?†	-	-
24. Was the randomised intervention assignment concealed from both patients and health care staff until recruitment was complete and irrevocable?†	-	-
25. Was there adequate adjustment for confounding in the analyses from which the main findings were drawn?	7	0
26. Were losses of patients to follow-up taken into account?‡	5	2
27. Did the study have sufficient power to detect a clinically important effect where the probability value for a difference being due to chance is less than 5%?§	0	7
28. Was sleep duration assessed by a direct method (such as actigraphy or polysomnography)?¶	0	7
29. Did the study evaluated body composition appropriately (Bioelectrical impedance, Dual energy X-ray absorptiometry, Air displacement plethysmography, or skinfolds thickness)?¶	3	4

† Exclusive randomised studies questions. These were not included in this paper.

‡ Exclusive questions applied for longitudinal studies.

§ Adapted question.

¶ Added question.

Figure 2. Summary of studies investigating the relationship between sleep duration and body composition in adolescents.

Author/Year/Country	Sample size (age)	Exposure and outcome measures	Covariates	Results	Score†
Calamaro et al., 2010 ⁸ USA	n= 13568 (12 – 18 y)	Exposure: Sleep duration (self-reported; habitual sleep). Categorical variable (< 6h, 6-<8h, 8 -<11h, 11- <14h)). Outcome: Obesity.	Race, age, gender, parental income and obesity at wave I.	No significant association between sleep duration at wave I (1994-1995) and obesity (OR: 1.41, 95%CI 0.84 to 2.37) at wave II (1996).	14
Seegers et al., 2011 ⁵ Canada	n= 1916 (10 - 13 y)	Exposure: Time-in-bed (mother-reported; weekdays). Continuous and categorical variables (≤ 10 h, 10.5h, 11h)). Outcome: BMI, overweight and obesity.	Sex, immigrant status, familial income, birth weight, and maternal and paternal education, for all ages, for pubertal status at ages 11–13 years, and for time spent watching television and physical activity out of school at age 13 years.	Time-in-bed at 10y was inversely associated with BMI at 13y (β : -0.71; 95%CI -1.28; -0.14) and directed associated with overweight (OR: 1.51; 95%CI 1.28; 1.76) and obesity (OR: 2.07; 95%CI 1.51; 2.84). The short-sleeper trajectory (≤ 10 h) was associated with a higher risk for being overweight (OR: 1.99; 95%CI 1.67; 2.37) and obese (OR: 2.23; 95%CI 2.18; 2.27) at 13y when compared with 11-hour sleeper trajectory.	18
Araujo et al., 2012 ¹⁹ Portugal	n= 1171 (13 – 17 y)	Exposure: Sleep duration (self-reported; weekdays). Continuous variable. Outcome: BMI and percentage of body fat (bioelectrical impedance).	Parental education, Mediterranean Diet Quality Index for children and adolescents, BMI and percentage of body fat at 13 years.	No significant association between sleep duration at 13 years and BMI (boys: β : 0.010, 95%CI -0.044 to 0.065; girls: β : 0.039, 95%CI -0.006 to 0.084) and percentage of body fat (boys: β : 0.341, 95%CI -0.139 to 0.820; girls: β : -0.334, 95%CI -0.814 to 0.146) at 17 years.	18
Lytle et al., 2013 ¹⁶ USA	n= 648 (10 – 18 y)	Exposure: Sleep duration (self-reported; weekdays and weekend). Continuous variable.	Race, grade, parent education, school lunch, puberty, study, screen time/sedentary behavior, depression, activity, and	No significant association between sleep duration and BMI (boys: β : -0.091, p=0.410; girls: β : 0.030, p=0.754) and percentage of body fat (boys: β : 0.105, p=0.73; girls: β : 0.259, p=0.253) at the 2-year follow-up.	16

Author/Year/Country	Sample size (age)	Exposure and outcome measures	Covariates	Results	Score†
		Outcome: BMI and percentage of body fat (bioelectrical impedance).	energy intake.		
Mitchell et al., 2013 ¹⁷ USA	n= 1089 (14 – 18 y)	Exposure: Sleep duration (self-reported; weekdays and weekend). Continuous variable. Outcome: BMI.	Gender, race, maternal education, moderate-to-vigorous physical activity and screen time.	At the 4-year follow-up sleep duration was inversely associated with BMI in the percentiles: 25 (β : -0.12, -0.20 to -0.04); 50 (β : -0.15, -0.24 to -0.06); 75 (β : -0.25, -0.38 to -0.12) e 90 (β : -0.27, -0.45 to -0.09).	14
Collings et al., 2015 ²⁰ UK	n= 504 (15 – 17.5 y)	Exposure: Sleep duration (self-reported; weekdays and weekend). Continuous variable. Outcome: Fat mass and fat-free mass (bioelectrical impedance).	Baseline age, area-level SES, pubertal status, season of activity measurement, weekday and weekend monitor wear time, follow-up duration, moderate-to-vigorous physical activity, depressive symptoms, and sedentary time.	No significant association between sleep duration and changes in fat mass index (boys: β : -0.11, 95%CI -0.26 to 0.043; girls: β : 0.038, 95%CI -0.16 to 0.24) and fat-free mas index (boys: β : -0.075, 95%CI -0.18 to 0.030; girls: β : -0.00014, 95%CI -0.072 to 0.071) at the 2.5-year follow-up.	18
Roberts and Duong, 2015 ¹⁸ USA	n= 3134 (11 – 18 y)	Exposure: Sleep duration (self-reported; weekdays and weekend). Categorical variable ($\leq 6h$, $>6h$). Outcome: Obesity.	Age, gender, family income, major depression and weight status at Wave 1.	No significant association between sleep restriction ($\leq 6h$) and obesity (OR: 1.85, 95%CI 0.91 to 3.73) at the 1-year follow-up.	19

† Quality score according to Downs & Black¹⁵.

BMI: body mass index; CI: confidence interval; OR: odds ratio.

ARTIGO 2

Correlates of self-reported weekday sleep duration in adolescents: the 18-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study

Aceito para publicação na revista Sleep Medicine

Correlates of self-reported weekday sleep duration in adolescents: the 18-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study

Antônio Augusto Schäfer^a

Marlos Rodrigues Domingues^b

Darren Lawrence Dahly^c

Fernanda Oliveira Meller^a

Helen Gonçalves^a

Fernando César Wehrmeister^a

Maria Cecília Formoso Assunção^a

^aPost-Graduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil. Address: Rua Marechal Deodoro, 1160, 3º piso. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 96020-220.

^bPost-Graduate Program in Physical Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil. Address: Rua Luiz de Camões, 625. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 96055-630.

^cClinical Research Facility Cork, University College Cork, Cork, Ireland. Address: 4th Floor, Western Gateway Building, Western Road, Cork, Ireland.

Address and contact details of the corresponding author:

Antônio Augusto Schäfer

Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia

Rua Marechal Deodoro, nº 1160, 3º piso

Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

CEP: 96020-220

Phone: 55 53 32841300

Fax: 55 53 32841300

E-mail: aaschafer@hotmail.com

Abstract

Objective: To investigate factors associated with sleep duration in adolescence.

Methods: Data are from the 1993 Pelotas birth cohort study of 5249 live births. Of these, 4563 were located for follow-up at 18 years of age, and 4106 agreed to be interviewed (follow-up rate 81.3%). Sleep duration was continuously assessed by survey as hours per weekday. Additional covariates were collected during the perinatal period, and at the 11 and 18-year follow-ups. Linear regression models were used to estimate associations between sleep duration and its hypothesized influences. All analyses were sex-stratified.

Results: The average sleep duration among participants was 8.4 hours (sd 1.9). Longer sleep duration at 18 years of age was associated with the following perinatal factors: low maternal schooling, low family income, maternal black skin colour, and low birth weight; and with the following factors measured at 18 years of age: being out of school, low achieved schooling, low family income, absence of depressive symptoms, and high screen time.

Conclusions: Social and demographic variables may play an important role in determining adolescents sleep duration, but the nature of these relationships in Brazil may differ from those observed in higher-income contexts.

Keywords: Sleep Duration; Risk Factors; Early Determinants; Adolescents; Cohort Study.

1. Introduction

Sleep is an important determinant of psychological, emotional and physical health, and evidence suggests that reduced sleep duration may be associated with poorer diet quality, obesity, hypertension, type 2 diabetes, and cardiovascular disease [1-7]. Sleep has also been association with non-medical outcomes such as poor judgment, lack of motivation, inattention [8], motor vehicle crashes [9], and lower academic achievement [10]. Reduced sleep duration is now common in modern society. Data from the USA show that adults now sleep between one and two hours less than they did four decades ago, and twice as many adolescents now sleep fewer than 7 hours per night [11]. A recent systematic review of sleep in children and adolescents from 20 countries (data from 1905 to 2008) found rapid declines in the sleep duration of the samples

investigated [12]. In Brazil, a study showed that 39% of the teenagers slept eight hours or less in school days [13].

The mechanisms of sleep duration are complex. Inadequate sleep in adolescence is due to a combination of biological processes, modern lifestyles and obligations [14]. Longitudinal predictors of sleep duration among adolescents are not well understood. Some studies have found that socioeconomic status and schooling are positively associated with sleep duration [15-17]. Further, social pressures and poor environmental conditions may negatively affect the sleep duration in lower socioeconomic groups [18]. Also, studies of maternal alcohol consumption during pregnancy, exposure to cigarette smoke, low birth weight, and short length at birth have shown associations with short infant sleep duration [19, 20]. Each of these factors may cause or reflect altered fetal development in utero resulting in alterations in the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis and sympathetic nervous system activity later in life [21]. These alterations may affect the sleep infrastructure [22].

Across the adolescence years, changes in the circadian system lead to a delay in sleep schedule [23]. Body mass index (BMI) has also been associated to sleep problems, with overweight and obese individuals sleeping less than their counterparts [24, 25]. Obesity leads to increased intra-abdominal pressure and this mechanism has been implicated in sleep disorders [26]. Moreover, according to the National Sleep Foundation, 75% of children and adolescents in the USA have at least one electronic device in their bedrooms [27]. The use of electronic media has been associated with delayed bedtime and shorter total sleep time [28]. A number of other factors have been related to reduced sleep durations during the adolescence such as ethnic minority, bed/room sharing, mental health issues, low physical activity, and early school starting time [17, 25, 29]. Individuals with depression exhibit alterations in sleep architecture, including reduced sleep efficiency and reduced slow-wave sleep [18]. The relationship between physical activity and sleep is supported by theories about the function of sleep, such as the thermoregulatory, body restoration and energy conservation hypotheses [30]. Also, during the adolescence there is the delayed timing of nocturnal melatonin secretion, which consequently results in difficulty falling asleep at an earlier bedtime [31]. As a result, most teenagers stay up late on school nights and get less sleep during schooldays. A previous study has also suggested that alcohol use and smoking are positively associated with sleep disorder [32]. Smoking may affect sleep architecture

[33] and cause problems initiating sleep [34]. Similarly, alcohol use may cause adolescents to stay awake late [32].

A recent review of risk factors for adolescent sleep showed that decreased sleep duration was related to tobacco use, computer use, evening light, negative family environment and caffeine use, whereas longer sleep length was associated to good sleep hygiene and parent-set bedtimes [35]. However, most studies have focused on higher-income countries and used cross-sectional approaches, and none of the studies in lower and middle income countries has considered potential determinants of sleep measured at multiple periods of the life course. To help fill these gaps in knowledge, we aimed to investigate perinatal, childhood, and adolescent factors associated to sleep duration in adolescents, using data from the 1993 Birth Cohort of Pelotas.

2. Material and methods

2.1. Study design and sample

Data are from a population-based birth cohort study located in Pelotas, Brazil. Between January 1st and December 30th, 1993, all maternity hospitals in the city were visited daily and 5265 births from women living in the city were recorded. Of this, 5249 agreed to take part in the longitudinal study.

In 2004–2005 (at the age of 11), a follow-up visit to all cohort members was carried out. Those who completed the interviews (along with known to have died) represented 87.5% (n=4452) of the original cohort. Adolescents and their mothers were interviewed during home visits.

At the age of 18 years, 4563 adolescents were located, of whom 4106 were interviewed, representing 81.3% of the original cohort (when added to those known to have died). All measurements were taken by trained interviewers. More detailed information about the study can be found in specific methodological publications [36, 37].

2.2. Baseline measurements

The variables included in the analyses were family income (minimum wage, in fifths), maternal schooling in completed years (0; 1-4; 5-8; 9-11; ≥ 12), maternal skin colour (white/black/other), maternal age at birth in years (<20; 20-29; 30-34; ≥ 35), gestational weight gain (adequate/inadequate), pregnancy smoking (no/yes), pregnancy alcohol consumption (no/yes), birth order (first-born/second-born/third-born/forth-born or later), type of delivery (normal/cesarean), and low birth weight (no/yes).

Adequate gestational weight gain was evaluated according to nutritional status: underweight (12.5-18.0 kg), normal (11.5-16.0 kg), overweight (7.0-<11.5 kg), and obesity (<7.0 kg) [38]. Low birth weight was defined as weight at birth less than 2,500 g.

2.3. Follow-up measurements

2.3.1. 11 years

The variables included the number of people who sleep with in the same room with the adolescent (0; 1; ≥ 2), mental health (normal-borderline/abnormal), BMI (normal/overweight/obesity), physical activity in minutes per week (<300; ≥ 300), and screen time in hours per day (<2; 2-4; ≥ 4).

In relation to adolescents' mental health, mothers and guardians were interviewed using the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) [39]. The total difficulties score was categorized in normal-borderline (0-16) and abnormal (17-40). Weight was measured using an electronic scale (SECA, Australia), accurate to 100g. Height was measured using a portable stadiometer, accurate to 1 mm. Adolescents' BMI was classified according to World Health Organisation (WHO) reference [40]. Physical activity was evaluated using a questionnaire to measure commuting to and from school, and leisure time activities [41]. The questionnaire also included information on both weekday and weekend screen times separately for television (TV), videogame, and computer use. An average minutes per day of combined screen time was calculated as a weighted (by weekday = 5, or weekend = 2) average of these.

2.3.2. 18 years

Unlike the previous follow-up visits, the follow-up at 18 years of age took place entirely at the university facilities. In the present analysis we used the following variables: family income (fifths), currently enrolled in school (no/yes), adolescent schooling in years completed to date (≤ 4 ; 5-8; ≥ 9), number of people sleeping per room at home (1; 2; ≥ 3), current smoking (no/yes), alcohol consumption (never/once a month or less/2-4 times a month/2-3 times a week/ ≥ 4 times a week), depression (no/yes), BMI (normal/overweight/obesity), physical activity in minutes per week (<300; ≥ 300), and screen time in hours per day (<2; 2-4; ≥ 4).

Concerning depression it was assessed by the Mini International Neuropsychiatric Interview (MINI) [42]. Height was measured using an aluminum stadiometer with capacity of 2m and precision of 1mm; and weight was measured with an electronic scale connected to the air displacement plethysmography (BOD POD®).

Adolescents' BMI was classified according to WHO reference [40]. Physical activity was evaluated using a questionnaire to measure commuting to and from school, and leisure time activities [43]. The questionnaire also included information on screen time. The instrument included questions on whether the adolescent watched TV, played video games, and used the computer. The questions were: (1) "How much time do you watch TV?" (2) "How much time do you play video games?" and (3) "How much time do you use the computer?" The mean time using each of these electronic media (in a typical week) was reported separately for weekdays and weekends. An average minutes per day of combined screen time was calculated as a weighted (by weekday = 5, or weekend = 2) average of these.

During the 18-year follow-up, the data collection on outcome (sleep duration) was performed by asking the adolescents two questions: "What time do you usually fall asleep on weekdays?" and, "What time do you usually wake up on weekdays?" Typical daily weekday sleep duration was calculated as the time difference between the two answers.

2.4. Analytical methods

Sleep duration was assessed continuously as hours per weekday. Descriptive analyses of the independent variables and sleep duration were performed, presenting the absolute and relative frequencies.

Variables were included in linear regression in accordance with a conceptual framework defined a priori [44]. This model incorporated all perinatal characteristics in the first (family income, maternal schooling, maternal skin colour, maternal age at birth, gestational weight gain, pregnancy smoking, and pregnancy alcohol consumption), second (birth order), third (type of delivery), and fourth (low birth weight) hierarchical levels of determination. Variables collected at 11 years in the fifth (number of people who sleep with the adolescent) and sixth (mental health, BMI, physical activity, and screen time) levels, and the variables from the 18-year follow-up in the seventh (current student, adolescent schooling, number of people per sleeping rooms, and family income) and eighth (current smoking, alcohol consumption, depression, BMI, physical activity, and screen time) levels. We adjusted the variables for other variables in the same and distal levels of determination, and those that presented $p < 0.20$ remained in the model. Significance was set at 5%, all reported p-values are for 2 sided tests, and all the analyses were performed with Stata, version 12.1 (Stata Corp., College Station, USA).

2.5. Ethical considerations

On all phases of the study, ethical approval was obtained from the Medical School Ethics Committee of the Federal University of Pelotas and full informed consent was provided by cohort members or by their parents if the subject was younger than 18 years.

3. Results

The characteristics of sample studied are shown in Table 1. Most of the adolescents' mothers had five to eight years of schooling (47.9%), were white (76.9%), and had inadequate gestational weight gain (66.1%). Moreover, about one third of the mothers reported smoking during pregnancy. Regarding the individuals' characteristics at 11 years, almost half of them was physically active (48.4%) and 43.5% reported watching TV, playing videogames, and/or using the computer for four hours or more per day. Finally, at 18 years old, most of the adolescents was studying (54.4%) and had nine years or more of schooling (54.9%). About 7% of them reported depressive symptoms. The majority of the adolescents was physically active (61.0%) and almost 50% reported watching TV, playing videogames, and/or using the computer for four hours or more per day. In relation to sleep duration, the average was 8.4 hours (sd 1.9).

Table 2 shows the crude and adjusted analyses of the association between sleep duration and independent variables according to sex. In relation to perinatal variables, maternal schooling remained associated with sleep duration in both genders after adjustment for other covariates, with an inverse linear trend in girls ($p < 0.001$). Girls whose mothers had no schooling showed an increase of 1.40 hours per day (95% CI: 0.77 to 2.04) in sleep duration compared to those whose mothers had 12 years or more of schooling. Maternal skin colour also remained associated with sleep duration in both sexes in the adjusted analyses. Girls whose mothers were black had 0.37 hours more sleep per day (95% CI: 0.17 to 0.58) than those whose mothers were white. Family income and low birth weight were associated to sleep duration in girls. Those in the lowest fifth of income and those born with low birth weight had higher sleep duration compared to girls in the highest fifth and born with normal weight.

Regarding to the independent variables from the 11-year follow-up, the only variable that remained directly associated with sleep duration in girls was the number of people who sleep in the same room as the adolescent ($p = 0.001$). In relation to the variables from 18 years, adolescents who were not currently studying, those with lower

schooling, and in the lowest fifth of family income showed higher sleep duration. Moreover, boys and girls that were depressed slept less: -0.53 hours (95% CI: -0.96 to -0.11) and -0.30 hours (95% CI: -0.56 to -0.04), respectively. Finally, screen time showed a direct linear trend with sleep duration in both sexes.

4. Discussion

This is one of the first studies on the association between sleep duration and demographic, socioeconomic, biological, behavioral, and health characteristics in a sample of Brazilian adolescents. There are few studies that focus on early life factors and sleep duration, and most of them have been done in high-income countries [45-48].

We have found that social and demographic variables are more important than early biological or maternal behavioral characteristics in determining sleep duration in adolescence. Our analyses have shown an inverse relationship between maternal schooling and family income at birth, and sleep duration at 18 years. The same pattern was seen in the contemporaneous variables: adolescent schooling and family income at 18 years.

This result highlights an important difference between sleep patterns in Low and/or Middle Income Countries (LMICs) compared to that typically observed in higher-income countries. Several studies from high-income countries have indicated that adolescents from families from racial minorities or with low income may have greater risk of insufficient or poor-quality sleep [15-17]. Some mechanisms linking low socioeconomic status to sleep deficiency are poor environmental conditions as noise, light and air pollution [18]. Although this scenario is evidenced in Brazil, we found opposite result. This was also observed in a study from São Paulo, which found that upper class adolescents compared to those with lower socioeconomic status had a higher prevalence of short sleep duration (prevalence ratio = 1.48; 95% CI: 1.20 to 1.83) [13]. One possible explanation for this association is analogous to the global nutrition transition that sees obesity disproportionately affecting affluent people in LMICs but poorer people in high income countries. In a LMIC, adolescents from higher socioeconomic status are more likely to have multiple electronic devices, internet access, and television sets in the bedroom than their less well-off peers, all factors that have been associated with short sleep duration and later bedtimes [28]. Perhaps as these devices become more common among people with lower socioeconomic status (SES)

(as they have in higher income countries) the gradient we observe might change to reflect the other, remaining inequalities, as they have for obesity risk.

Adolescents whose mothers were black had longer sleep duration. As described above, lower family income is associated with increased sleep duration. Ethnic differences in sleep duration are probably due to social factors and not related with physiological mechanisms, since black skin colour is associated with lower SES in Brazil.

Low birth weight was associated with higher sleep duration at 18 years among girls only. This finding may be attributable to the association of low birthweight with poorer socio-economic status. Though we have found no studies evaluating birth weight and sleep duration in the adolescence or adulthood, McDonald et al. [47] found the opposite: low birth weight was associated with shorter sleep duration in children aged 14–27 months (OR: 1.43, 95%CI: 1.07;1.90).

Our results showed that the number of people who sleep in the same room as the adolescent at 11 years was directly associated with sleep duration in girls at 18 years. In contrast, in previous studies with children and adolescents, bed/room sharing seemed to have important negative impact on sleep duration [25, 49].

Being enrolled in school at 18 years was associated with lower sleep duration. Although we do not have information about school start times, some studies have reported that delaying school start times is an effective strategy to achieve more total sleep on school nights, less daytime sleepiness, and better academic performance [50, 51]. A study conducted with Brazilian adolescents assessed whether the shift from afternoon to morning classes reduces the duration of sleep. The authors found a reduction of time-in-bed during weekdays for those students who changed to the morning session ($p < 0.001$) [52]. Furthermore this result can also represent the higher SES of students because those are more likely to be studying at 18 years than the lower SES adolescents.

A number of psychosocial factors are associated with sleep, including stress and depression[53]. Patients with depression exhibit alterations in sleep architecture and commonly have insomnia [18]. Our results showed that depressed adolescents at 18 years slept less than their peers. Similar results were evidenced in a study in China with adolescents, which showed that bedtime anxiety/excitement/depression was one of the factors associated with sleep duration < 8 hours [25].

Unexpectedly we have found a direct linear trend between screen-time and sleep duration at 18 years. A review study about electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents has shown that the use of electronic media have a negative impact on their sleep. The possible mechanisms highlighted by the authors are that media use directly displaces sleep, increased mental/emotional/physiological arousal, and the bright light exposure delays the circadian rhythm [28]. These factors may have a higher impact in the sleep when the use of electronic media occurs in the evening or at night [54]. Unfortunately, we do not have information about the time of day adolescents have used the electronic media, but we speculated that adolescents having more screen time are more sedentary and have more sleep. It is also important to highlight that screen time included both periods (weekdays and weekends), whereas sleep duration was included weekdays only.

Some limitations in the present study must be highlighted. First, sleep duration was self-reported. Studies comparing self-reported sleep duration with objective methods indicate that self-reports of sleep frequently overestimate the real sleep duration, which means that the problem of sleep loss during the adolescence may be greater than the data presented here [55]. Moreover, epidemiologic studies of adolescents' sleep duration typically use self or parent-reported questionnaire data to assess adolescent sleep patterns and the factors affecting them. A recent meta-analysis evaluating the impact of sleep on overweight and obesity in children and adolescents from 22 longitudinal studies found only three studies used objective methods [56]. Another limitation is that only weekday sleep was considered. Although weekday sleep may better reflect the usual sleep pattern in adolescents, they may extend sleep on weekend nights as a recovery process to compensate for an accumulated week sleep debt [57]. Also, the screen time was measured using a questionnaire that was not validated. Although we are aware of potential misclassification because of the instrument and the self-reported nature of data, sedentary behaviour is frequently assessed using such methodology [58]. Besides, previous studies using data from the same cohort have been published [59, 60]. Finally, as with any longitudinal study, the potential selection biases due to loss to follow-up must be considered. Comparing the sample participants with the original participants examined in 1993 we have seen that adolescents with worse socioeconomic and nutritional profiles were slightly less likely to be followed up. Participants from the intermediate socioeconomic stratum were more likely to be located as compared with very poor or very rich adolescents (81.8% vs

75.6% and 76.1%, respectively). Furthermore, participants whose mothers had no schooling were less likely to be followed up compared to those whose mothers had 9 or more years of schooling (69.4% vs 77.5%). However, the magnitude of such differences is modest, therefore minimizing the likelihood of bias [36].

Strengths of our study include the prospective design, the relatively large sample size, and the high follow-up rate at 18 years (81.3%) ensuring the representativeness of the sample despite some small differences between study participants and those lost to follow-up.

5. Conclusion

The present study provides information about influential factors on sleep duration in Brazilian adolescents. Our findings have relevant clinical significance once the results indicate that social and demographic variables play an important role on adolescents sleep duration highlighting the need for prevention of sleep loss in this population.

Acknowledgments

This article is based on data from the study "Pelotas Birth Cohort, 1993" conducted by Postgraduate Program in Epidemiology at Universidade Federal de Pelotas with the collaboration of the Brazilian Public Health Association (ABRASCO) and the Brazilian National Research Council (CNPq). From 2004 to 2013, the Wellcome Trust supported the 1993 birth cohort study. The European Union, National Support Program for Centers of Excellence (PRONEX), and the Brazilian Ministry of Health supported previous phases of the study.

References

- [1] Bel S, Michels N, De Vriendt T, Patterson E, Cuenca-Garcia M, Diethelm K, et al. Association between self-reported sleep duration and dietary quality in European adolescents. *Br J Nutr.* 2013;110:949-59.
- [2] Golley RK, Maher CA, Matricciani L, Olds TS. Sleep duration or bedtime? Exploring the association between sleep timing behaviour, diet and BMI in children and adolescents. *Int J Obes (Lond).* 2013;37:546-51.
- [3] Grandner MA, Chakravorty S, Perlis ML, Oliver L, Gurubhagavatula I. Habitual sleep duration associated with self-reported and objectively determined cardiometabolic risk factors. *Sleep Med.* 2014;15:42-50.
- [4] Guo X, Zheng L, Wang J, Zhang X, Zhang X, Li J, et al. Epidemiological evidence for the link between sleep duration and high blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med.* 2013;14:324-32.
- [5] Westerlund L, Ray C, Roos E. Associations between sleeping habits and food consumption patterns among 10-11-year-old children in Finland. *Br J Nutr.* 2009;102:1531-7.
- [6] Mitchell JA, Rodriguez D, Schmitz KH, Audrain-McGovern J. Sleep duration and adolescent obesity. *Pediatrics.* 2013;131:e1428-34.
- [7] Seegers V, Petit D, Falissard B, Vitaro F, Tremblay RE, Montplaisir J, et al. Short sleep duration and body mass index: a prospective longitudinal study in preadolescence. *Am J Epidemiol.* 2011;173:621-9.
- [8] Harrison Y, Horne JA. The impact of sleep deprivation on decision making: a review. *J Exp Psychol Appl.* 2000;6:236-49.
- [9] Pizza F, Contardi S, Antognini AB, Zagoraiou M, Borrotti M, Mostacci B, et al. Sleep quality and motor vehicle crashes in adolescents. *J Clin Sleep Med.* 2010;6:41-5.
- [10] Curcio G, Ferrara M, De Gennaro L. Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Med Rev.* 2006;10:323-37.
- [11] National Sleep Foundation. Sleep in America poll: summary of findings: National Sleep Foundation; 2008.
- [12] Matricciani L, Olds T, Petkov J. In search of lost sleep: secular trends in the sleep time of school-aged children and adolescents. *Sleep Med Rev.* 2012;16:203-11.
- [13] Bernardo MPSL, Pereira ÉF, Louzada FM, D'Almeida V. Duração do sono em adolescentes de diferentes níveis socioeconômicos. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria.* 2009;58:231-7.
- [14] Owens J, Adolescent Sleep Working G, Committee on A. Insufficient sleep in adolescents and young adults: an update on causes and consequences. *Pediatrics.* 2014;134:e921-32.
- [15] Dollman J, Ridley K, Olds T, Lowe E. Trends in the duration of school-day sleep among 10- to 15-year-old South Australians between 1985 and 2004. *Acta Paediatr.* 2007;96:1011-4.
- [16] Marco CA, Wolfson AR, Sparling M, Azuaje A. Family socioeconomic status and sleep patterns of young adolescents. *Behav Sleep Med.* 2011;10:70-80.
- [17] Moore M, Kirchner HL, Drotar D, Johnson N, Rosen C, Redline S. Correlates of adolescent sleep time and variability in sleep time: the role of individual and health related characteristics. *Sleep Med.* 2011;12:239-45.
- [18] Knutson KL. Sociodemographic and cultural determinants of sleep deficiency: implications for cardiometabolic disease risk. *Soc Sci Med.* 2013;79:7-15.
- [19] Mennella JA, Yourshaw LM, Morgan LK. Breastfeeding and smoking: short-term effects on infant feeding and sleep. *Pediatrics.* 2007;120:497-502.
- [20] Pesonen AK, Raikkonen K, Matthews K, Heinonen K, Paavonen JE, Lahti J, et al. Prenatal origins of poor sleep in children. *Sleep.* 2009;32:1086-92.
- [21] Barker DJ. In utero programming of chronic disease. *Clinical science (London, England : 1979).* 1998;95:115-28.
- [22] Buckley TM, Schatzberg AF. On the interactions of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and sleep: normal HPA axis activity and circadian rhythm, exemplary sleep disorders. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005;90:3106-14.

- [23] Carskadon MA, Vieira C, Acebo C. Association between puberty and delayed phase preference. *Sleep*. 1993;16:258-62.
- [24] Al-Hazzaa HM. Joint associations of body mass index and waist-to-height ratio with sleep duration among Saudi adolescents. *Annals of human biology*. 2014;41:111-7.
- [25] Chen T, Wu Z, Shen Z, Zhang J, Shen X, Li S. Sleep duration in Chinese adolescents: biological, environmental, and behavioral predictors. *Sleep Med*. 2014;15:1345-53.
- [26] Rodrigues MM, Dibbern RS, Santos VJB, Passeri LA. Influence of obesity on the correlation between laryngopharyngeal reflux and obstructive sleep apnea. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2014;80:5-10.
- [27] National Sleep Foundation. Sleep in America poll: summary of findings: National Sleep Foundation; 2014.
- [28] Cain N, Gradisar M. Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. *Sleep Med*. 2010;11:735-42.
- [29] Al-Hazzaa HM, Musaiger AO, Abahussain NA, Al-Sobayel HI, Qahwaji DM. Lifestyle correlates of self-reported sleep duration among Saudi adolescents: a multicentre school-based cross-sectional study. *Child Care Health Dev*. 2014;40:533-42.
- [30] Driver HS, Taylor SR. Exercise and sleep. *Sleep Med Rev*. 2000;4:387-402.
- [31] Carskadon MA, Acebo C, Jenni OG. Regulation of adolescent sleep: implications for behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2004;1021:276-91.
- [32] Saxvig IW, Pallesen S, Wilhelmsen-Langeland A, Molde H, Bjorvatn B. Prevalence and correlates of delayed sleep phase in high school students. *Sleep Med*. 2012;13:193-9.
- [33] Zhang L, Samet J, Caffo B, Punjabi NM. Cigarette smoking and nocturnal sleep architecture. *Am J Epidemiol*. 2006;164:529-37.
- [34] Soldatos CR, Kales JD, Scharf MB, Bixler EO, Kales A. Cigarette smoking associated with sleep difficulty. *Science*. 1980;207:551-3.
- [35] Bartel KA, Gradisar M, Williamson P. Protective and risk factors for adolescent sleep: a meta-analytic review. *Sleep Med Rev*. 2015;21:72-85.
- [36] Goncalves H, Assuncao MC, Wehrmeister FC, Oliveira IO, Barros FC, Victora CG, et al. Cohort profile update: The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort follow-up visits in adolescence. *Int J Epidemiol*. 2014;43:1082-8.
- [37] Victora CG, Araujo CL, Menezes AM, Hallal PC, Vieira Mde F, Neutzling MB, et al. Methodological aspects of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Rev Saude Publica*. 2006;40:39-46.
- [38] Ministério da Saúde. Pré-natal e puerpério Atenção qualificada e humanizada: 5ª ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.
- [39] Goodman R. The Strengths and Difficulties Questionnaire: a research note. *J Child Psychol Psychiatry*. 1997;38:581-6.
- [40] World Health Organization. Growth reference data for 5-19 years: Geneva: World Health Organization; 2007.
- [41] Bastos JP, Araujo CL, Hallal PC. Prevalence of insufficient physical activity and associated factors in Brazilian adolescents. *J Phys Act Health*. 2008;5:777-94.
- [42] Sheehan DV, Lecrubier Y, Sheehan KH, Amorim P, Janavs J, Weiller E, et al. The Mini-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.): the development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10. *J Clin Psychiatry*. 1998;59 Suppl 20:22-33;quiz 4-57.
- [43] Craig CL, Marshall AL, Sjoström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:1381-95.
- [44] Victora CG, Huttly SR, Fuchs SC, Olinto MT. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. *Int J Epidemiol*. 1997;26:224-7.
- [45] Armitage R, Flynn H, Hoffmann R, Vazquez D, Lopez J, Marcus S. Early developmental changes in sleep in infants: the impact of maternal depression. *Sleep*. 2009;32:693-6.
- [46] Marinelli M, Sunyer J, Alvarez-Pedrerol M, Iniguez C, Torrent M, Vioque J, et al. Hours of television viewing and sleep duration in children: a multicenter birth cohort study. *JAMA Pediatr*. 2014;168:458-64.

- [47] McDonald L, Wardle J, Llewellyn CH, van Jaarsveld CH, Fisher A. Predictors of shorter sleep in early childhood. *Sleep Med.* 2014;15:536-40.
- [48] Nevarez MD, Rifas-Shiman SL, Kleinman KP, Gillman MW, Taveras EM. Associations of early life risk factors with infant sleep duration. *Acad Pediatr.* 2010;10:187-93.
- [49] Li S, Jin X, Yan C, Wu S, Jiang F, Shen X. Bed- and room-sharing in Chinese school-aged children: prevalence and association with sleep behaviors. *Sleep Med.* 2008;9:555-63.
- [50] Wolfson AR, Spaulding NL, Dandrow C, Baroni EM. Middle school start times: the importance of a good night's sleep for young adolescents. *Behav Sleep Med.* 2007;5:194-209.
- [51] Adolescent Sleep Working G, Committee on A, Council on School H. School start times for adolescents. *Pediatrics.* 2014;134:642-9.
- [52] Brandalize M, Pereira RF, Leite N, Filho GL, Louzada FM. Effect of morning school schedule on sleep and anthropometric variables in adolescents: a follow-up study. *Chronobiol Int.* 2011;28:779-85.
- [53] Riemann D, Berger M, Voderholzer U. Sleep and depression--results from psychobiological studies: an overview. *Biol Psychol.* 2001;57:67-103.
- [54] Gangwisch JE. Invited commentary: nighttime light exposure as a risk factor for obesity through disruption of circadian and circannual rhythms. *Am J Epidemiol.* 2014;180:251-3.
- [55] Arora T, Broglia E, Pushpakumar D, Lodhi T, Taheri S. An investigation into the strength of the association and agreement levels between subjective and objective sleep duration in adolescents. *PLoS One.* 2013;8:e72406.
- [56] Fatima Y, Doi SA, Mamun AA. Longitudinal impact of sleep on overweight and obesity in children and adolescents: a systematic review and bias-adjusted meta-analysis. *Obes Rev.* 2015;16:137-49.
- [57] Crowley SJ, Carskadon MA. Modifications to weekend recovery sleep delay circadian phase in older adolescents. *Chronobiol Int.* 2010;27:1469-92.
- [58] Atkin AJ, Gorely T, Clemes SA, Yates T, Edwardson C, Brage S, et al. Methods of Measurement in epidemiology: sedentary Behaviour. *Int J Epidemiol.* 2012;41:1460-71.
- [59] Dumith SC, Garcia LM, da Silva KS, Menezes AM, Hallal PC. Predictors and health consequences of screen-time change during adolescence--1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *J Adolesc Health.* 2012;51:S16-21.
- [60] Dumith SC, Hallal PC, Menezes AM, Araujo CL. Sedentary behavior in adolescents: the 11-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *Cad Saude Publica.* 2010;26:1928-36.

Table 1. Characteristics of sample according to the variables studied (n=4085). The 1993 Pelotas Birth Cohort, Brazil.

Variables	Total	Male	Female
	n (%)	n (%)	n (%)
Family income at birth (quintiles)			
1 (poorer)	774 (19.3)	379 (19.2)	395 (19.4)
2	938 (23.3)	484 (24.5)	454 (22.2)
3	698 (17.4)	340 (17.2)	358 (17.6)
4	809 (20.2)	391 (19.8)	418 (20.5)
5 (richer)	795 (19.8)	382 (19.3)	413 (20.3)
Maternal schooling at birth (years)			
0	89 (2.2)	41 (2.1)	48 (2.3)
1-4	994 (24.4)	479 (23.9)	515 (24.8)
5-8	1952 (47.8)	960 (47.9)	992 (47.8)
9-11	730 (17.9)	360 (18.0)	370 (17.8)
≥12	313 (7.7)	161 (8.1)	152 (7.3)
Maternal skin colour			
White	3141 (76.9)	1553 (77.4)	1588 (76.4)
Black	758 (18.6)	358 (17.9)	400 (19.3)
Other	184 (4.5)	94 (4.7)	90 (4.3)
Maternal age at birth			
<20	699 (17.1)	361 (18.0)	338 (16.3)
20-29	2174 (53.2)	1047 (52.3)	1127 (54.1)
30-34	755 (18.5)	367 (18.3)	388 (18.7)
≥35	456 (11.2)	229 (11.4)	227 (10.9)
Gestational weight gain			
Adequate	1324 (33.9)	655 (34.3)	669 (33.5)
Inadequate	2582 (66.1)	1256 (65.7)	1326 (66.5)
Pregnancy smoking			
No	2745 (67.2)	1365 (68.1)	1380 (66.3)
Yes	1340 (32.8)	640 (31.9)	700 (33.7)
Pregnancy alcohol consumption			
No	3874 (94.8)	1914 (95.5)	1960 (94.2)
Yes	211 (5.2)	91 (4.5)	120 (5.8)
Birth order			
First-born	1626 (39.9)	788 (39.3)	838 (40.3)
Second-born	1218 (29.8)	598 (29.9)	620 (29.8)
Third-born	649 (15.9)	309 (15.4)	340 (16.4)
Forth-born or later	589 (14.4)	308 (15.4)	281 (13.5)
Type of delivery			
Normal	2816 (68.9)	1381 (68.9)	1435 (69.0)
Cesarean	1269 (31.1)	624 (31.1)	645 (31.0)
Low birth weight			
No	3719 (91.0)	1857 (92.6)	1862 (89.5)
Yes	366 (9.0)	148 (7.4)	218 (10.5)
Number of people who sleep with adolescent at 11y			
0	1039 (26.4)	503 (26.4)	536 (26.4)
1	1486 (37.8)	722 (37.9)	764 (37.6)
≥2	1409 (35.8)	679 (35.7)	730 (36.0)
Mental health at 11y			
Normal/Borderline	2691 (68.4)	1244 (65.3)	1447 (71.3)
Abnormal	1244 (31.6)	661 (34.7)	583 (28.7)
Body mass index at 11y (kg/m²)			
Normal	3020 (76.6)	1418 (74.2)	1602 (78.8)
Overweight	461 (11.7)	194 (10.2)	267 (13.1)
Obesity	462 (11.7)	297 (15.6)	165 (8.1)

Variables	Total	Male	Female
	n (%)	n (%)	n (%)
Physical activity at 11y (minutes/week)			
<300	1969 (51.6)	773 (41.6)	1196 (61.1)
≥300	1848 (48.4)	1086 (58.4)	762 (38.9)
Screen time at 11y (hours/day)			
<2	608 (15.5)	299 (15.7)	309 (15.2)
2-4	1615 (41.0)	724 (38.1)	891 (43.8)
≥4	1712 (43.5)	877 (46.2)	835 (41.0)
Student at 18y			
No	1864 (45.6)	999 (49.8)	865 (41.6)
Yes	2221 (54.4)	1006 (50.2)	1215 (58.4)
Adolescent schooling (years) at 18y			
≤4	188 (4.6)	130 (6.5)	58 (2.8)
5-8	1655 (40.5)	932 (46.5)	723 (34.8)
≥9	2240 (54.9)	941 (47.0)	1299 (62.4)
Number of people per sleeping rooms at 18y			
1	2437 (59.6)	1273 (63.5)	1164 (56.0)
2	1199 (29.4)	550 (27.4)	649 (31.2)
≥3	449 (11.0)	182 (9.1)	267 (12.8)
Family income at 18y			
1 (poorer)	830 (20.3)	373 (18.6)	457 (21.9)
2	802 (19.6)	356 (17.8)	446 (21.4)
3	817 (20.0)	366 (18.3)	451 (21.7)
4	824 (20.2)	459 (22.8)	365 (17.6)
5 (richer)	812 (19.9)	451 (22.5)	361 (17.4)
Current smoking at 18y			
No	3508 (85.9)	1700 (84.8)	1808 (86.9)
Yes	577 (14.1)	305 (15.2)	272 (13.1)
Alcohol consumption at 18y			
Never	1081 (26.9)	484 (24.6)	597 (29.1)
Once a month or less	960 (23.8)	417 (21.2)	543 (26.4)
2-4 times a month	605 (15.0)	277 (14.1)	328 (15.9)
2-3 times a week	895 (22.2)	489 (24.7)	406 (19.7)
≥4 times a week	487 (12.1)	303 (15.4)	184 (8.9)
Depression at 18y			
No	3742 (93.1)	1894 (96.5)	1848 (90.0)
Yes	275 (6.9)	69 (3.5)	206 (10.0)
Body mass index (kg/m²) at 18y			
Normal	2867 (72.7)	1461 (74.6)	1406 (70.9)
Overweight	678 (17.2)	316 (16.2)	362 (18.2)
Obesity	397 (10.1)	180 (9.2)	217 (10.9)
Physical activity (minutes/week) at 18y			
<300	1591 (39.0)	513 (25.6)	1078 (51.9)
≥300	2486 (61.0)	1488 (74.4)	998 (48.1)
Screen time (hours/day) at 18y			
<2	571 (14.0)	269 (13.5)	302 (14.6)
2-4	1488 (36.6)	723 (36.2)	765 (36.9)
≥4	2012 (49.4)	1008 (50.3)	1004 (48.5)
Sleep duration at 18y			
	4085	2005	2080
Mean (sd)	8.4 (1.9)	8.1 (1.8)	8.8 (1.9)

Maximum percentage of unknown observations: n=179; 4.4% for the gestational weight gain variable.

sd: standard deviation

Table 2. Crude and adjusted analyses of association between sleep duration (hours/day) at 18 years and independent variables stratified by sex (n=4085). The 1993 Pelotas Birth Cohort, Brazil.

Variables	Crude analyses				Adjusted analyses				Level*
	Male		Female		Male		Female		
	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	
Family income at birth (quintiles)		0.148		<0.001		0.699		<0.001	1
1 (poorer)	0.32 (0.07;0.57)		0.99 (0.74;1.25)		0.10 (-0.19;0.40)		0.58 (0.30;0.87)		
2	0.14 (-0.09;0.38)		0.46 (0.22;0.71)		0.01 (-0.27;0.28)		0.14 (-0.13;0.41)		
3	0.08 (-0.18;0.34)		0.68 (0.42;0.94)		-0.10 (-0.38;0.19)		0.42 (-0.14;0.69)		
4	0.11 (-0.13;0.36)		0.43 (0.18;0.68)		0.03 (-0.23;0.30)		0.21 (-0.05;0.47)		
5 (richer)	Reference		Reference		Reference		Reference		
Maternal schooling at birth (years)		0.001		<0.001 ^a		0.002		<0.001 ^a	1
0	0.90 (0.29;1.50)		1.86 (1.26;2.46)		0.84 (0.23;1.44)		1.40 (0.77;2.04)		
1-4	0.32 (0.01;0.64)		1.27 (0.94;1.61)		0.27 (-0.04;0.59)		0.93 (0.56;1.31)		
5-8	0.19 (-0.10;0.49)		0.95 (0.63;1.26)		0.16 (-0.14;0.45)		0.68 (0.33;1.02)		
9-11	-0.08 (-0.41;0.25)		0.63 (0.28;0.97)		-0.10 (-0.43;0.23)		0.45 (0.09;0.81)		
≥12	Reference		Reference		Reference		Reference		
Maternal skin colour		0.008		<0.001		0.032		<0.001	1
White	Reference		Reference		Reference		Reference		
Black	0.19 (-0.01;0.40)		0.55 (0.35;0.75)		0.14 (-0.06;0.34)		0.37 (0.17;0.58)		
Other	0.50 (0.13;0.86)		-0.26 (-0.66;0.13)		0.45 (0.08;0.81)		-0.39 (-0.79;0.003)		
Maternal age at birth		0.654		0.041 ^a		0.828		0.787	1
<20	-0.03 (-0.24;0.19)		0.10 (-0.12;0.33)		-0.04 (-0.26;0.18)		0.02 (-0.21;0.25)		
20-29	Reference		Reference		Reference		Reference		
30-34	-0.07 (-0.28;0.14)		-0.14 (-0.36;0.07)		-0.03 (-0.25;0.18)		-0.01 (-0.23;0.20)		
≥35	-0.16 (-0.41;0.10)		-0.26 (-0.53;0.003)		-0.12 (-0.38;0.14)		-0.13 (-0.40;0.13)		
Gestational weight gain		0.848		0.271		0.692		0.837	1
Adequate	Reference		Reference		Reference		Reference		
Inadequate	-0.02 (-0.18;0.15)		0.10 (-0.08;0.27)		-0.03 (-0.20;0.13)		0.02 (-0.15;0.19)		
Pregnancy smoking		0.178		0.122		0.742		0.909	1
No	Reference		Reference		Reference		Reference		
Yes	0.11 (-0.05;0.28)		0.13 (-0.04;0.30)		0.03 (-0.14;0.20)		-0.01 (-0.19;0.16)		
Pregnancy alcohol consumption		0.648		0.281		0.259		0.688	1
No	Reference		Reference		Reference		Reference		
Yes	0.20 (-0.17;0.57)		0.08 (-0.26;0.43)		0.21 (-0.16;0.58)		0.07 (-0.27;0.41)		

Variables	Crude analyses				Adjusted analyses				Level*
	Male		Female		Male		Female		
	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	
Birth order		0.107		<0.001 ^a		0.582		0.159	2
First-born	Reference		Reference		Reference		Reference		
Second-born	-0.04 (-0.22;0.15)		0.08 (-0.11;0.28)		-0.05 (-0.24;0.13)		0.04 (-0.15;0.23)		
Third-born	0.10 (-0.13;0.33)		0.18 (-0.06;0.41)		0.06 (-0.18;0.29)		0.12 (-0.11;0.36)		
Forth-born or later	0.25 (0.01;0.48)		0.59 (0.34;0.84)		0.11 (-0.13;0.35)		0.29 (0.03;0.54)		
Type of delivery		0.845		0.019		0.589		0.901	3
Normal	Reference		Reference		Reference		Reference		
Cesarean	-0.02 (-0.18;0.15)		-0.21 (-0.38;-0.03)		0.05 (-0.12;0.22)		-0.01 (-0.19;0.17)		
Low birth weight		0.001		0.372		0.445		0.002	4
No	Reference		Reference		Reference		Reference		
Yes	0.46 (0.20;0.72)		0.13 (-0.16;0.43)		0.11 (-0.18;0.41)		0.41 (0.15;0.67)		
Number of people who sleep with adolescent at 11y		0.001 ^a		<0.001 ^a		0.092		0.001 ^a	5
0	Reference		Reference		Reference		Reference		
1	0.08 (-0.12;0.28)		0.22 (0.02;0.42)		0.03 (-0.17;0.24)		0.10 (-0.11;0.31)		
≥2	0.33 (0.13;0.53)		0.67 (0.46;0.87)		0.21 (-0.003;0.42)		0.35 (0.13;0.57)		
Mental health at 11y		0.097		0.005		0.498		0.960	6
Normal/Borderline	Reference		Reference		Reference		Reference		
Abnormal	0.14 (-0.03;0.31)		0.26 (0.08;0.44)		0.06 (-0.11;0.23)		-0.005 (-0.19;0.18)		
Body mass index at 11y (kg/m²)		0.022 ^a		0.538		0.283		0.489	6
Normal	Reference		Reference		Reference		Reference		
Overweight	-0.12 (-0.39;0.14)		-0.14 (-0.38;0.10)		-0.03 (-0.30;0.24)		-0.04 (-0.29;0.20)		
Obesity	-0.25 (-0.47;-0.03)		-0.01 (-0.31;0.29)		-0.18 (-0.41;0.04)		0.17 (-0.14;0.47)		
Physical activity at 11y (minutes/week)		0.938		0.807		0.931		0.344	6
<300	-0.01 (-0.18;0.16)		-0.02 (-0.18;0.14)		0.01 (-0.16;0.17)		0.08 (-0.09;0.25)		
≥300	Reference		Reference		Reference		Reference		
Screen time at 11y (hours/day)		0.012		0.925		0.063		0.853	6
<2	Reference		Reference		Reference		Reference		
2-4	-0.03 (-0.27;0.21)		-0.04 (-0.28;-0.20)		-0.01 (-0.24;0.23)		0.05 (-0.20;0.29)		
≥4	-0.26 (-0.49;-0.03)		-0.05 (-0.29;0.19)		-0.20 (-0.43;0.04)		0.07 (-0.18;0.32)		
Student at 18y		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	7
No	Reference		Reference		Reference		Reference		
Yes	-0.99 (-1.15;-0.83)		-0.49 (-0.64;-0.33)		-0.34 (-0.51;-0.17)		-0.75 (-0.92;-0.59)		

Variables	Crude analyses				Adjusted analyses				Level*
	Male		Female		Male		Female		
	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	
Adolescent schooling (years) at 18y		<0.001 ^a		<0.001 ^a		0.011 ^a		<0.001	7
≤4	0.84 (0.52;1.16)		1.18 (0.70;1.66)		0.45 (0.09;0.81)		0.40 (-0.10;0.89)		
5-8	0.40 (0.24;0.56)		0.94 (0.78;1.11)		0.17 (-0.02;0.36)		0.46 (0.27;0.65)		
≥9	Reference		Reference		Reference		Reference		
Number of people per sleeping rooms at 18y		0.012 ^a		<0.001 ^a		0.658		0.506	7
1	Reference		Reference		Reference		Reference		
2	0.20 (0.03;0.38)		0.30 (0.12;0.48)		0.003 (-0.18;0.19)		0.09 (-0.09;0.27)		
≥3	0.25 (-0.03;0.52)		0.72 (0.48;0.97)		-0.13 (-0.42;0.16)		-0.04 (-0.31;0.22)		
Family income at 18y		<0.001		<0.001 ^a		<0.001		<0.001 ^a	7
1 (poorer)	0.75 (0.51;0.99)		1.11 (0.86;1.36)		0.58 (0.33;0.84)		0.69 (0.41;0.96)		
2	0.21 (-0.03;0.45)		0.85 (0.59;1.10)		0.004 (-0.26;0.27)		0.52 (0.25;0.79)		
3	0.34 (0.10;0.58)		0.62 (0.37;0.88)		0.25 (-0.01;0.50)		0.32 (0.06;0.59)		
4	0.25 (0.03;0.48)		0.33 (0.07;0.60)		0.17 (-0.07;0.41)		0.16 (-0.11;0.43)		
5 (richer)	Reference		Reference		Reference		Reference		
Current smoking at 18y		0.012		<0.001		0.527		0.633	8
No	Reference		Reference		Reference		Reference		
Yes	0.27 (0.06;0.49)		0.54 (0.30;0.78)		0.08 (-0.16;0.31)		0.06 (-0.19;0.31)		
Alcohol consumption at 18y		0.496		0.003		0.730		0.114	8
Never	Reference		Reference		Reference		Reference		
Once a month or less	0.01 (-0.22;0.24)		0.18 (-0.04;0.39)		0.02 (-0.21;0.26)		0.16 (-0.05;0.36)		
2-4 times a month	-0.02 (-0.28;0.24)		-0.18 (-0.43;0.07)		0.07 (-0.20;0.34)		-0.06 (-0.30;0.18)		
2-3 times a week	-0.17 (-0.40;0.05)		-0.27 (-0.50;-0.03)		-0.11 (-0.34;0.13)		-0.14 (-0.36;0.09)		
≥4 times a week	-0.03 (-0.28;0.22)		0.08 (-0.22;0.39)		-0.01 (-0.28;0.25)		0.09 (-0.21;0.39)		
Depression at 18y		0.136		0.320		0.014		0.025	8
No	Reference		Reference		Reference		Reference		
Yes	-0.32 (-0.74;0.10)		0.14 (-0.13;0.41)		-0.53 (-0.96;-0.11)		-0.30 (-0.56;-0.04)		
Body mass index (kg/m ²) at 18y		0.265		0.142		0.470		0.810	8
Normal	Reference		Reference		Reference		Reference		
Overweight	-0.14 (-0.35;0.08)		0.19 (-0.03;0.40)		-0.13 (-0.35;0.08)		0.07 (-0.14;0.27)		
Obesity	-0.17 (-0.45;0.10)		0.17 (-0.09;0.44)		-0.06 (-0.33;0.21)		0.04 (-0.22;0.29)		
Physical activity (minutes/week) at 18y		0.611		0.017		0.261		0.557	8

Variables	Crude analyses				Adjusted analyses				Level*
	Male		Female		Male		Female		
	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	β (95% CI)	p	
<300	-0.05 (-0.22;0.13)		0.20 (0.04;0.36)		-0.10 (-0.28;0.08)		0.05 (-0.11;0.20)		
≥300	Reference		Reference		Reference		Reference		
Screen time (hours/day) at 18y		0.316		0.040 ^a		0.008 ^a		<0.001 ^a	8
<2	Reference		Reference		Reference		Reference		
2-4	0.11 (-0.13;0.36)		0.17 (-0.08;0.42)		0.19 (-0.06;0.45)		0.28 (0.04;0.52)		
≥4	0.18 (-0.06;0.41)		0.26 (0.02;0.50)		0.32 (0.08;0.57)		0.46 (0.23;0.69)		

CI: confidence interval

^alinear trend test

*adjusted for variables in the same and distal levels of determination.

ARTIGO 3

**Sleep duration trajectories and body composition in adolescents:
prospective birth cohort study**

Aceito para publicação no periódico Plos One

Sleep duration trajectories and body composition in adolescents: prospective birth cohort study

Short title: Sleep duration and body composition in adolescents

A. A. Schäfer¹

M. R. Domingues²

D. L. Dahly³

F. O. Meller¹

H. Gonçalves¹

F. C. Wehrmeister¹

M. C. F. Assunção¹

¹Post-Graduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

²Post-Graduate Program in Physical Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

³Department of Epidemiology and Public Health, University College Cork, Cork, Ireland.

Address and contact details of the corresponding author:

Antônio Augusto Schäfer

Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia

Rua Marechal Deodoro, nº 1160, 3º piso

Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

CEP: 96020-220

Phone: 55 53 32841300

Fax: 55 53 32841300

E-mail: aaschafer@hotmail.com

26 Abstract

27 We aimed to estimate the association between sleep duration trajectories and body
 28 composition in adolescents. We used data from participants of the 1993 Pelotas (Brazil)
 29 Birth Cohort Study who were later followed up at age 18 years (response rate of
 30 81.3%). At the time, 3974 adolescents had complete data on body composition, which
 31 was assessed by air displacement plethysmography. Sleep duration was self-reported by
 32 participants at ages 11 and 18 years. Analyses were sex-stratified. The mean sleep
 33 duration at 11 years was 9.7 (SD 1.4) and 8.4 (SD 1.9) at 18 years. Sleep duration was
 34 dichotomized as inadequate (<8 hours/day) or adequate ($\geq$ 8 hours/day). Mean body
 35 mass, fat mass, and fat-free mass indices at 18 years were 23.4 kg/m² (SD 4.5), 6.1
 36 kg/m² (SD 3.9) and 17.3 kg/m² (SD 2.5), respectively. Girls who reported inadequate
 37 sleep duration at 11 years of age, but adequate sleep duration at 18, on average
 38 experienced an increase in body mass index (β = 0.39 z-scores; 95% CI 0.13, 0.65), fat
 39 mass index (β = 0.30 z-scores; 95% CI 0.07, 0.53), and fat-free mass index (β = 0.24 z-
 40 scores; 95% CI 0.08, 0.39) compared to those who had adequate sleep duration at both
 41 time points. The results suggest that changes in sleep duration across adolescence may
 42 impact body composition in later adolescence and that this may differ by sex.

43

44 Introduction

45 Adolescent obesity is an important public health issue worldwide [1]. In Brazil,
 46 overweight prevalence among adolescents has steadily increased over the past 30 years.
 47 In 2008-2009, 20.5% of adolescents were classified as overweight, six times the
 48 prevalence among boys and three times among girls in 1974-1975 [2]. The prevalence
 49 of obesity in the same period has increased from 0.4% to 5.9% among boys and 0.7% to

4.0% among girls [2]. The physical and psychosocial consequences of adolescent obesity have been well documented [3, 4].

The causes for the rise of the obesity epidemic are not obvious because it has biological, economic, social and cultural determinants. While the most proximal cause of excessive accumulation of body fat is a positive energy balance, this imbalance is triggered by a number of other factors. One hypothesized factor is sleep duration, which has been linked to obesity risk and body composition in several recent epidemiological studies [5-8]. Further, the increasing prevalence of overweight and/or obesity has coincided with a reduction in sleep duration in modern societies [9]. For example, data from the USA show that adults have on average reduced their sleep duration by one to two hours, and that more than a third of young adults are sleeping less than seven hours [10], a phenomenon also reported among children and adolescents [11, 12]. A study conducted with young people aged 10-19 years in the state of São Paulo, Brazil, showed that 39% of them slept eight hours or less [13].

The precise biological mechanisms that mediate the relationship between sleep and body composition are unknown. However, both laboratory and population-based studies have suggested pathways such as decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, tiredness and increased opportunity for food intake [14, 15]. These mechanisms could lead to appetite stimulation, increased energetic intake and decreased physical activity, promoting weight gain [14, 15].

We conducted sex-stratified analyses based on evidence for sex differences in the association between sleep duration and obesity in adolescents [16, 17]. We postulated that short sleep duration during adolescence would predict BMI and fat mass in late adolescence, and that the effect would be stronger in girls compared with boys. We also hypothesized that adequate sleep duration during adolescence would be

associated with fat-free mass gain, and that the effect would be stronger in boys compared with girls.

Since adolescence has been identified as a risk period for sleep-related problems [18, 19], and it is a phase characterized by changes in body composition [20], we aimed to estimate the relationship between sleep duration trajectories and body mass, fat mass, and fat-free mass indices during adolescence, using data from the 1993 Birth Cohort of Pelotas, Brazil.

Methods

Subjects

All 5365 children born in hospitals of the urban area of Pelotas, Southern Brazil, in 1993 were recruited for a birth cohort study ($n = 5265$). The resultant birth cohort consisted of 5249 live births (16 declined to participate) [21]. These participants have been followed on several occasions [22]. In the present analyses we use data from two follow-up visits.

All cohort members were followed up in 2004-2005, at the age of 11 years. Those who completed the interviews, added to those known to have died, made up 87.5% ($n = 4452$) of the original cohort. Adolescents and their mothers were interviewed during home visits.

At the 18-year follow-up, we interviewed 4106 adolescents, for a response rate of 81.3%. More detailed information about the study can be found elsewhere [22]. In the present study we included 3974 adolescents for whom body composition measurements were available.

This study was approved by the Ethics Committee of the Medicine School of the Federal University of Pelotas in an official letter numbered 05/11. Written informed consent was obtained prior to each follow-up.

Measurements

Weight, height, and body composition (fat mass and fat-free mass) were evaluated when participants were 18 years of age. Fat mass and fat-free mass were obtained by air displacement plethysmography (BOD POD®). We calculated their respective indices by dividing fat mass and fat-free mass (in kg) by height (in m²). Since fat mass and fat-free mass indices take into account the height they improve the reading in individuals with different heights [23]. Body mass index (BMI) was similarly calculated by dividing body weight (kg) by height (m) squared.

Regarding the exam, subjects wore top and shorts (spandex), and a silicone swimming cap. Weight was measured by a high precision scale (0.01 kg) part of the BOD POD® machine. Height was measured twice by trained researcher using a Harpenden metal stadiometer, to the nearest mm. According to the World Health Organization (WHO) BMI-for-age and sex reference in z score [24] normal, overweight, and obesity were defined as BMI-for-age $\leq +1$ SD, $> +1$ SD and $> +2$ SD, respectively.

Sleep duration at 11 and 18 years old was collected by asking the adolescents two questions: "What time do you usually fall asleep on weekdays?" and "What time do you usually wake up on weekdays?" Sleep duration was calculated as the time difference between the two answers, and was categorized as <8 or ≥ 8 h per day, according to National Sleep Foundation's recommendations [25].

Statistical analyses

BMI, fat mass index and fat-free mass index were standardized as sample-specific z-scores and analyzed as continuous variables. Sleep duration trajectories were created based on the combination of sleep duration levels at 11 and 18 years of age and was classified as *always adequate* (≥ 8 h); *adequate-inadequate* (≥ 8 h, < 8 h); *inadequate-adequate* (< 8 h, ≥ 8 h); and *always inadequate* (< 8 h).

Crude and adjusted analyses were performed using linear regression. Possible confounders added to the model were: maternal skin color, gestational weight gain [26], pregnancy smoking, pregnancy alcohol consumption, birth order, type of delivery, family income at birth, maternal education at birth, maternal age at birth, birth weight, physical activity at 11 years, and screen time at 11 years. Physical activity was evaluated using a questionnaire to measure commuting to and from school, and leisure time activities [27]. The questionnaire also included information on screen time. The mean time spent in front of TV, videogame, and computer (in a typical week) was noted separately for weekdays and weekends. Screen time variable was constructed by adding the weighted mean screen time (TV + videogame + computer), assigning weight 5 to weekdays and weight 2 to weekends and dividing the result by 7 to obtain the mean time in minutes per day.

All analyses were stratified by sex and performed using Stata version 12.1 (Stata Corp., College Station, Texas, USA).

Results

Table 1 gives the participant characteristics. Two-thirds of the adolescents' mothers had inadequate gestational weight gain (66.0%), and almost one-third reported smoking during pregnancy (32.8%) and had caesarean sections (31.1%). The median

physical activity at 11 years was 285 minutes per week (IQR: 140 to 540). Also, the mean of maternal education at birth was almost seven years (SD 3.5) and adolescent screen time at 11 years was 4.3 hours per day (SD 2.7). The average sleep duration at 11 and 18 years was 9.7 (SD 1.4) and 8.4 (SD 1.9) hours, respectively. In relation to the outcomes studied, the means of BMI, fat mass index and fat-free mass index were 23.4 kg/m² (SD 4.5), 6.1 kg/m² (SD 3.9) and 17.3 kg/m² (SD 2.5), respectively.

152

Table 1. Description of variables studied by sex. 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study (n=3974).

Categorical variables	Total			Male			Female		
	n (%)			n (%)			n (%)		
Maternal skin color									
White	3057 (77.0)			1527 (77.4)			1530 (76.5)		
Black	735 (18.5)			352 (17.8)			383 (19.2)		
Other	180 (4.5)			94 (4.8)			86 (4.3)		
Gestational weight gain									
Adequate	1291 (34.0)			642 (34.2)			649 (33.8)		
Inadequate	2509 (66.0)			1237 (65.8)			1272 (66.2)		
Pregnancy smoking									
No	2671 (67.2)			1341 (68.0)			1330 (66.5)		
Yes	1303 (32.8)			632 (32.0)			671 (33.5)		
Pregnancy alcohol consumption									
No	3773 (94.9)			1886 (95.6)			1887 (94.3)		
Yes	201 (5.1)			87 (4.4)			114 (5.7)		
Birth order									
Firstborn	1580 (39.8)			773 (39.2)			807 (40.3)		
Second	1190 (30.0)			591 (30.0)			599 (30.0)		
Third	628 (15.8)			300 (15.2)			328 (16.4)		
Forth or later	573 (14.4)			307 (15.6)			266 (13.3)		
Type of delivery									
Normal	2738 (68.9)			1360 (68.9)			1378 (68.9)		
Caesarean	1236 (31.1)			613 (31.1)			623 (31.1)		
BMI at 11 years									
Normal	2952 (76.6)			1412 (74.5)			1540 (78.7)		
Overweight	448 (11.6)			189 (10.0)			259 (13.2)		
Obesity	453 (11.8)			294 (15.5)			159 (8.1)		
BMI at 18 years									
Normal	2881 (72.7)			1467 (74.6)			1414 (70.9)		
Overweight	680 (17.2)			318 (16.2)			362 (18.1)		
Obesity	400 (10.1)			180 (9.2)			220 (11.0)		
Continuous variables	Total			Male			Female		
	n	Median	IQR	n	Median	IQR	n	Median	IQR
Family income (MMW)	3907	2.6	1.5-4.6	1945	2.5	1.5-4.5	1962	2.9	1.5-4.8
Physical activity at 11 years (minutes/week)	3733	285	140-540	1846	370	180-660	1887	220	110-420
	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD
Maternal education (completed years)	3967	6.8	3.5	1969	6.8	3.5	1998	6.8	3.5
Maternal age at birth (years)	3973	26.1	6.4	1972	26.1	6.5	2001	26.1	6.3
Birth weight (grams)	3969	3181.8	527.7	1970	3249.2	534.7	1999	3115.4	512.2

Screen time at 11 years (hours/day)	3844	4.3	2.7	1885	4.5	2.9	1959	4.2	2.5
Sleep duration at 11 years (hours)	3849	9.7	1.4	1889	9.6	1.4	1960	9.7	1.4
Sleep duration at 18 years (hours)	3955	8.4	1.9	1962	8.1	1.8	1993	8.8	1.9
BMI (kg/m ²)	3974	23.4	4.5	1973	23.4	4.2	2001	23.5	4.8
Fat mass index (kg/m ²)	3974	6.1	3.9	1973	4.2	3.1	2001	8.0	3.6
Fat-free mass index (kg/m ²)	3974	17.3	2.5	1973	19.1	1.9	2001	15.5	1.6

Maximum percentage of unknown observations: (n=241; 6.1%) for the physical activity at 11 years variable.

MMW: Monthly minimum wages

SD: Standard deviation

IQR: Interquartile range

BMI: Body mass index

We observed that more than one-third of the adolescents worsened their sleep duration from 11 to 18 years (41.1% and 27.5% among males and females, respectively). On the other hand, only 3.7% of the adolescents improved their sleep duration (Fig 1).

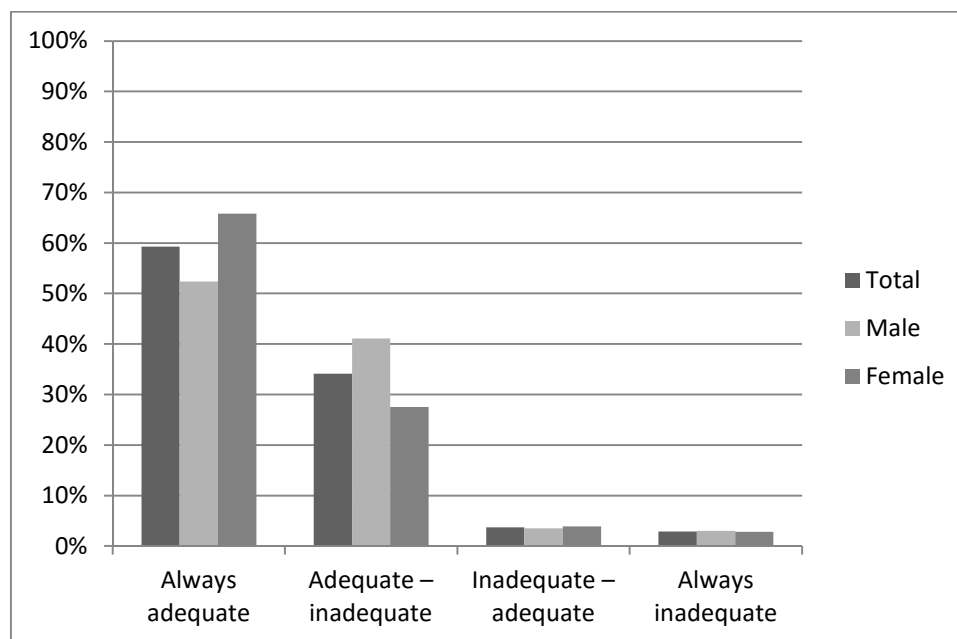


Fig 1. Prevalence of sleep duration trajectories. 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study.

Crude and adjusted analyzes of the association between sleep duration trajectories during adolescence and the outcomes stratified by sex are shown in the Table 2. After adjusted analyzes, change in sleep duration remained associated with

171 BMI and fat mass index in females. Girls who improved their sleep duration from 11 to
172 18 years of age showed an increase of 0.39 z-scores (95% CI 0.13, 0.65) and 0.30 z-
173 scores (95% CI 0.07, 0.53) in BMI and fat mass index, respectively, when compared to
174 those who always had adequate sleep duration. Fat-free mass index was associated with
175 change in sleep duration in both sexes. Boys who worsened their sleep duration during
176 adolescence had an increase of 0.09 z-scores (95% CI 0.01, 0.16) in fat-free mass index,
177 whereas girls who improved their sleep duration from 11 to 18 years of age showed an
178 increase of 0.24 z-scores (95% CI 0.08, 0.39) in fat-free mass index compared to
179 adolescents who had adequate sleep duration in both follow-ups.

Table 2. Crude and adjusted analyses of association between sleep duration trajectories (between 11 and 18 years) and outcomes (in z-scores) stratified by sex. 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study.

	Crude analyses						Adjusted analyses*					
	Male			Female			Male			Female		
	n	β (95% CI)	p [†]	n	β (95% CI)	p [†]	β (95% CI)	p [†]	R ^{2†}	β (95% CI)	p [†]	R ^{2†}
BMI												
Sleep duration trajectories			0.041			0.015		0.203	0.03		0.029	0.03
Always adequate	982	Reference		1279	Reference		Reference			Reference		
Adequate – inadequate	775	0.09 (0.001;0.18)		543	-0.03 (-0.14;0.08)		0.08 (-0.01;0.17)			-0.01 (-0.12;0.10)		
Inadequate – adequate	65	0.18 (-0.06;0.42)		76	0.39 (0.14;0.63)		0.13 (-0.13;0.39)			0.39 (0.13;0.65)		
Always inadequate	56	0.27 (0.01;0.52)		54	-0.02 (-0.31;0.26)		0.19 (-0.07;0.45)			-0.03 (-0.33;0.26)		
Fat mass index												
Sleep duration trajectories			0.037			0.034		0.174	0.03		0.049	0.02
Always adequate	982	Reference		1279	Reference		Reference			Reference		
Adequate – inadequate	775	0.04 (-0.03;0.12)		543	-0.03 (-0.12;0.06)		0.03 (-0.05;0.11)			-0.03 (-0.13;0.07)		
Inadequate – adequate	65	0.25 (0.04;0.45)		76	0.30 (0.09;0.52)		0.23 (0.0003;0.45)			0.30 (0.07;0.53)		
Always inadequate	56	0.20 (-0.58;-0.47)		54	-0.02 (0.44;0.54)		0.13 (-0.09;0.36)			-0.05 (-0.31; 0.21)		
Fat-free mass index												
Sleep duration trajectories			0.020			0.026		0.023	0.03		0.030	0.06
Always – adequate	982	Reference		1279	Reference		Reference			Reference		
Adequate – inadequate	775	0.10 (0.03;0.17)		543	-0.01 (-0.07;0.06)		0.09 (0.01;0.16)			0.03 (-0.04;0.10)		
Inadequate – adequate	65	-0.05 (-0.24;0.13)		76	0.23 (0.08;0.38)		-0.11 (-0.32;0.09)			0.24 (0.08;0.39)		
Always inadequate	56	0.17 (-0.03;0.36)		54	-0.005 (-0.18;0.17)		0.14 (-0.07;0.34)			0.03 (-0.15;0.20)		

BMI: Body mass index; CI: Confidence interval

*For family income, maternal education, maternal skin colour, maternal age at birth, gestational weight gain, pregnancy smoking, pregnancy alcohol consumption, birth order, type of delivery, birth weight, physical activity at 11 years, and screen time at 11 years.

[†]Wald test for heterogeneity

[‡]Adjusted R-squared

Discussion

Among girls, we found an association between sleep duration and BMI, fat mass index and fat-free mass index. In contrast, in boys, we found a very weak association between sleep duration and fat-free mass index. Previous studies have been inconsistent. Another cohort study including adolescents found no longitudinal association between sleep duration and body fat percentage in both sexes; however, in the cross-sectional analyses at 17 years a positive association was found among girls only [28]. Similarly, two cross-sectional studies showed a positive association between sleep duration and body fat percentage in female adolescents only [29, 30]. On the other hand, a longitudinal study found no relationship between total sleep and BMI or body fat percentage in either boys and girls [31].

To the best of our knowledge, this is the first study that examined the relationship between sleep duration and fat-free mass in adolescents. Sleep is an active process in the brain that is necessary for restorative functions and hormone secretion, particularly during development period [32], and thus it may play an important role in the accrual of fat-free mass. More studies are necessary to better understand this finding.

Storfer-Isser et al. performed an exploratory analysis to understand sex differences in the association between sleep duration and BMI finding that morning leptin levels were significantly higher among girls than boys [17]. Another important point to be considered is the sex differences in the physical and sedentary behaviors. During the adolescence, for example, physical activity levels decrease most notably among girls [33] and regular exercise may help promote sufficient sleep [34].

The sex distinctions observed in our study may be due to the differences in the physiology of puberty in males and females as they relate to changes in body

composition [35]. We have hypothesized that the effect of sleep duration might be masked in girls because they suffer greater changes in fat mass during adolescence compared to boys [36]. During puberty, boys experience rapid increases in fat-free mass and reduced fat mass, whereas girls gain considerable amounts of fat but relatively little fat-free mass. These differences may be largely due to hormones secretion as testosterone and oestrogen. Sex steroid hormones play important roles in the accumulation, metabolism and distribution of adipose tissue [37]. For example, testosterone and oestrogen facilitate fat deposition in the abdominal and gluteo-femoral regions, respectively [38]. Testosterone is also important for the increase in lean mass that occurs during puberty, especially in boys [39].

The strengths of our study include the prospective design, since there are few studies with adolescents based on longitudinal analyses; the large sample size; the high response rates; and the utilization of air displacement plethysmography as method for evaluating fat mass and fat-free mass.

Limitations include potential selection biases due to loss to follow-up. As described in detail previously [22], at 18-year-old-follow-up, participants with lower socioeconomic status, a worse nutritional profile, and those whose mothers had no schooling were less likely to be followed up. It is important to highlight, however, that the magnitude of these differences is modest, thus minimizing the probability of bias [22]. Another possible limitation is the methodology used to estimate sleep duration. However, a study of high school adolescents in the USA found high correlations between actigraphy and self-reported bedtimes ($r = 0.70$) and wake-up times ($r = 0.77$) during weekdays [40]. Thus, even with limitations on the accurate quantification of sleep time, it seems that our measure is good enough to discriminate the participants according to their sleep duration. Additionally, it is possible that a measurement error

might have given rise to non-differential misclassification and the associations between sleep and body composition may be underestimated. Finally, although the differences in sleep duration at 11 years might reflect differences in pubertal development, and differences in developmental tempo will be related to later body composition outcomes, we do not have information of pubertal status at 11-year follow-up.

In conclusion, our findings suggest sex differences in the association between sleep duration and body composition in adolescents. Girls who improved their sleep duration during adolescence showed higher BMI, fat mass index and fat-free mass index compared to those who always had adequate sleep duration. Longitudinal studies are also useful for better understanding this relationship in adolescence. We recommend further research using valid and accurate measurements of sleep duration and body composition.

Acknowledgements

This article is based on data from the study "Pelotas Birth Cohort, 1993" conducted by Postgraduate Program in Epidemiology at Universidade Federal de Pelotas with the collaboration of the Brazilian Public Health Association (ABRASCO) and the Brazilian National Research Council (CNPq). From 2004 to 2013, the Wellcome Trust supported the 1993 birth cohort study. The European Union, National Support Program for Centers of Excellence (PRONEX), and the Brazilian Ministry of Health supported previous phases of the study.

References

1. Bibiloni Mdel M, Pons A, Tur JA. Prevalence of overweight and obesity in adolescents: a systematic review. *ISRN Obes.* 2013;2013:392747. doi: 10.1155/2013/392747.
2. The Brazilian Institute of Geography and Statistics (2010) Consumer Expenditure Survey - POF 2008–2009: anthropometry and nutritional status of children, teenagers and adult in Brazil. IBGE.
http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_e_ncaa/default.shtm
3. Bjorge T, Engeland A, Tverdal A, Smith GD. Body mass index in adolescence in relation to cause-specific mortality: a follow-up of 230,000 Norwegian adolescents. *Am J Epidemiol.* 2008;168(1):30-7. doi: 10.1093/aje/kwn096.
4. Daniels SR. Complications of obesity in children and adolescents. *Int J Obes (Lond).* 2009;33 Suppl 1:S60-5. doi: 10.1038/ijo.2009.20.
5. Gupta NK, Mueller WH, Chan W, Meininger JC. Is obesity associated with poor sleep quality in adolescents? *American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council.* 2002;14(6):762-8. doi: 10.1002/ajhb.10093.
6. Wells JC, Hallal PC, Reichert FF, Menezes AM, Araujo CL, Victora CG. Sleep patterns and television viewing in relation to obesity and blood pressure: evidence from an adolescent Brazilian birth cohort. *Int J Obes (Lond).* 2008;32(7):1042-9. Epub 2008/03/19. doi: 10.1038/ijo.2008.37
7. Seegers V, Petit D, Falissard B, Vitaro F, Tremblay RE, Montplaisir J, et al. Short sleep duration and body mass index: a prospective longitudinal study in preadolescence. *Am J Epidemiol.* 2011;173(6):621-9. Epub 2011/02/10. doi: 10.1093/aje/kwq389.
8. Silva GE, Goodwin JL, Parthasarathy S, Sherrill DL, Vana KD, Drescher AA, et al. Longitudinal association between short sleep, body weight, and emotional and learning problems in Hispanic and Caucasian children. *Sleep.* 2011;34(9):1197-205. Epub 2011/09/03. doi: 10.5665/SLEEP.1238.

9. Chamorro RA, Duran SA, Reyes SC, Ponce R, Algarin CR, Peirano PD. [Sleep deprivation as a risk factor for obesity]. *Rev Med Chil.* 2011;139(7):932-40. Epub 2011/11/05. doi: /S0034-98872011000700017.
10. National Sleep Foundation. International Bedroom Poll First to Explore Sleep Differences among Six Countries 2013. Available from: <http://www.sleepfoundation.org/article/press-release/national-sleep-foundation-2013-international-bedroom-poll>.
11. Dollman J, Ridley K, Olds T, Lowe E. Trends in the duration of school-day sleep among 10- to 15-year-old South Australians between 1985 and 2004. *Acta Paediatr.* 2007;96(7):1011-4. doi: 10.1111/j.1651-2227.2007.00278.x.
12. Van Cauter E, Knutson KL. Sleep and the epidemic of obesity in children and adults. *Eur J Endocrinol.* 2008;159 Suppl 1:S59-66. Epub 2008/08/23. doi: 10.1530/EJE-08-0298.
13. Bernardo MPSL, Pereira EF, Louzada FM, D'Almeida V. Sleep duration in adolescents of different socioeconomic status. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria.* 2009;58(4):231-7.
14. Knutson KL, Spiegel K, Penev P, Van Cauter E. The metabolic consequences of sleep deprivation. *Sleep Med Rev.* 2007;11(3):163-78. Epub 2007/04/20. doi: S1087-0792(07)00020-2.
15. Taheri S. The link between short sleep duration and obesity: we should recommend more sleep to prevent obesity. *Arch Dis Child.* 2006;91(11):881-4. Epub 2006/10/24. doi: 10.1136/adc.2005.093013.
16. Knutson KL. Sex differences in the association between sleep and body mass index in adolescents. *The Journal of pediatrics.* 2005;147(6):830-4. doi: 10.1016/j.jpeds.2005.07.019.
17. Storfer-Isser A, Patel SR, Babineau DC, Redline S. Relation between sleep duration and BMI varies by age and sex in youth age 8-19. *Pediatric obesity.* 2012;7(1):53-64. doi: 10.1111/j.2047-6310.2011.00008.x.
18. Carskadon MA, Harvey K, Duke P, Anders TF, Litt IF, Dement WC. Pubertal changes in daytime sleepiness. *Sleep.* 1980;2(4):453-60.
19. Taylor DJ, Jenni OG, Acebo C, Carskadon MA. Sleep tendency during extended wakefulness: insights into adolescent sleep regulation and behavior. *Journal of sleep research.* 2005;14(3):239-44. doi: 10.1111/j.1365-2869.2005.00467.x.
20. Cameron N. Human growth and development. USA: Elsevier Science; 2002.

21. Victora CG, Araujo CL, Menezes AM, Hallal PC, Vieira Mde F, Neutzling MB, et al. Methodological aspects of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Revista de saude publica*. 2006;40(1):39-46.
22. Goncalves H, Assuncao MC, Wehrmeister FC, Oliveira IO, Barros FC, Victora CG, et al. Cohort profile update: The 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort follow-up visits in adolescence. *Int J Epidemiol*. 2014;43(4):1082-8. doi: 10.1093/ije/dyu077.
23. 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(6):953-9.
24. World Health Organization. Growth reference data for 5-19 years: Geneva: World Health Organization; 2007.
25. Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health: Journal of the National Sleep Foundation*. 2015;1(1):40-3. doi: 10.1016/j.sleh.2014.12.010.
26. Ministério da Saúde. Pré-natal e puerpério Atenção qualificada e humanizada: 5ª ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.
27. Craig CL, Marshall AL, Sjoström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381-95. doi: 10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB.
28. Araujo J, Severo M, Ramos E. Sleep duration and adiposity during adolescence. *Pediatrics*. 2012;130(5):e1146-54. Epub 2012/10/03. doi: 10.1542/peds.2011-1116.
29. Garaulet M, Ortega FB, Ruiz JR, Rey-Lopez JP, Beghin L, Manios Y, et al. Short sleep duration is associated with increased obesity markers in European adolescents: effect of physical activity and dietary habits. The HELENA study. *Int J Obes (Lond)*. 2011;35(10):1308-17. Epub 2011/07/28. doi: 10.1038/ijo.2011.149.
30. Jiang YR, Spruyt K, Chen WJ, Mei H, Sun WQ, Wang Y, et al. Associations between parent-reported sleep duration and adiposity in Chinese early adolescents. *J Public Health (Oxf)*. 2015;37(2):277-85. doi: 10.1093/pubmed/ufu049.

31. Lytle LA, Murray DM, Laska MN, Pasch KE, Anderson SE, Farbakhsh K. Examining the longitudinal relationship between change in sleep and obesity risk in adolescents. *Health Educ Behav.* 2013;40(3):362-70. Epub 2012/09/18. doi: 10.1177/1090198112451446.
32. Dahl RE, Lewin DS. Pathways to adolescent health sleep regulation and behavior. *J Adolesc Health.* 2002;31(6 Suppl):175-84.
33. Kimm SY, Glynn NW, Kriska AM, Barton BA, Kronsberg SS, Daniels SR, et al. Decline in physical activity in black girls and white girls during adolescence. *N Engl J Med.* 2002;347(10):709-15. doi: 10.1056/NEJMoa003277.
34. Foti KE, Eaton DK, Lowry R, McKnight-Ely LR. Sufficient sleep, physical activity, and sedentary behaviors. *Am J Prev Med.* 2011;41(6):596-602. doi: 10.1016/j.amepre.2011.08.009.
35. Zafon C. Oscillations in total body fat content through life: an evolutionary perspective. *Obes Rev.* 2007;8(6):525-30. doi: 10.1111/j.1467-789X.2007.00377.x.
36. Veldhuis JD, Roemmich JN, Richmond EJ, Rogol AD, Lovejoy JC, Sheffield-Moore M, et al. Endocrine control of body composition in infancy, childhood, and puberty. *Endocr Rev.* 2005;26(1):114-46. doi: 10.1210/er.2003-0038.
37. Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2007;21(3):415-30. doi: 10.1016/j.beem.2007.04.007.
38. Norgan NG. The beneficial effects of body fat and adipose tissue in humans. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1997;21(9):738-46.
39. Bogin B. *Patterns of human growth.* Cambridge: Cambridge University Press; 1999.
40. Wolfson AR, Carskadon MA, Acebo C, Seifer R, Fallone G, Labyak SE, et al. Evidence for the validity of a sleep habits survey for adolescents. *Sleep.* 2003;26(2):213-6.

“Fatores relacionados com a duração do sono na adolescência”

A diminuição das horas de sono noturno é uma das mudanças comportamentais que tem sido observada nas sociedades industrializadas. Este comportamento tem sido associado a maior disponibilidade de luz elétrica, equipamentos tecnológicos, maior demanda de trabalho, entre outros fatores. Essas mudanças impactam também os adolescentes de diferentes culturas, que utilizam televisão, computadores e outros equipamentos eletrônicos diariamente e por longos períodos de tempo, tendo como consequência o retardo no início do sono e a redução do mesmo.

A diminuição das horas de sono entre os adolescentes e a alta prevalência de sobrepeso e obesidade nesse grupo etário despertou o interesse de pesquisadores em estudar essa associação. Dados de estudos recentes apontam para uma possível contribuição de um padrão inadequado de sono (quantidade, qualidade e horário) nos distúrbios metabólicos, levando a um maior ganho de peso e risco de obesidade em diversas idades. Tem sido proposto que a relação entre privação do sono e obesidade poderia relacionar-se a um desequilíbrio dos hormônios reguladores do apetite e do gasto energético. Por outro lado, estudos, principalmente, com adolescentes e em países de baixa e média renda, ainda são inconclusivos.

Uma pesquisa realizada pelo Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas estudou os fatores associados à duração do sono de adolescentes, bem como a influência da duração do sono ao longo da adolescência na composição corporal dos jovens participantes da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas, estudo este que acompanha continuamente as pessoas que nasceram na cidade de Pelotas no ano de 1993. O estudo foi realizado pelo aluno de doutorado, Antônio Augusto Schäfer, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Maria Cecília Formoso Assunção e coorientação do Prof. Dr. Marlos Rodrigues Domingues. O trabalho também contou com a orientação do Prof. Dr. Darren Lawrance Dahly da University College Cork, Cork, Irlanda.

Os resultados do estudo mostram que os adolescentes diminuíram sua duração do sono. Em média, aos 11 anos, dormiam 9,7 horas e, aos 18 anos passaram a dormir 8,4 horas. Além disso, evidenciou-se que os jovens com menor escolaridade e pertencentes a famílias com menor renda dormem mais horas do que aqueles com maior escolaridade e pertencentes a famílias com

maior renda, destacando a importância dos fatores socioeconômicos na duração do sono dos adolescentes. Os autores também verificaram que a relação entre duração do sono e composição corporal é diferente entre meninos e meninas. Enquanto não se observou essa associação entre os meninos, as meninas que passaram a dormir adequadamente dos 11 para os 18 anos apresentaram alterações na sua composição corporal, com aumento do índice de massa livre de gordura, do índice de massa gorda (gordura corporal) e do índice de massa corporal (IMC) aos 18 anos de idade, quando comparadas àquelas que sempre tiveram duração adequada do sono.