



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA



TESE DE DOUTORADO

**PADRÕES DE DURAÇÃO DO SONO ENTRE A ADOLESCÊNCIA E A
VIDA ADULTA E SUA RELAÇÃO COM O ACÚMULO DE CAPITAL
HUMANO EM UMA COORTE DE NASCIMENTOS**

Adriana Kramer Fiala Machado

Pelotas, RS

2021

Adriana Kramer Fiala Machado

**PADRÕES DE DURAÇÃO DO SONO ENTRE A ADOLESCÊNCIA E A VIDA
ADULTA E SUA RELAÇÃO COM O ACÚMULO DE CAPITAL HUMANO EM
UMA COORTE DE NASCIMENTOS**

A apresentação desta tese ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas é requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Epidemiologia

Orientador: Prof. Dr. Fernando César Wehrmeister

Coorientadora: Dra. Andrea Wendt

Pelotas, RS

2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M149p Machado, Adriana Kramer Fiala

Padrões de duração do sono entre a adolescência e a vida adulta e sua relação com o acúmulo de capital humano em uma coorte de nascimentos / Adriana Kramer Fiala Machado ; Fernando César Wehrmeister, orientador ; Andrea Wendt, coorientadora. — Pelotas, 2021.

210 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Epidemiologia. 2. Duração do sono. 3. Escolaridade. 4. Memória. 5. Estudos longitudinais. I. Wehrmeister, Fernando César, orient. II. Wendt, Andrea, coorient. III. Título.

CDD : 614.4

Elaborada por Elionara Giovana Rech CRB: 10/1693

Adriana Kramer Fiala Machado

PADRÕES DE DURAÇÃO DO SONO ENTRE A ADOLESCÊNCIA E A VIDA
ADULTA E SUA RELAÇÃO COM O ACÚMULO DE CAPITAL HUMANO EM
UMA COORTE DE NASCIMENTOS

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fernando César Wehrmeister (presidente)

Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Joseph Murray (examinador)

Universidade Federal de Pelotas

Prof^a. Dr^a. Luciana Tovo Rodrigues (examinadora)

Universidade Federal de Pelotas

Prof^a. Dr^a. Sabine Pompeia (examinadora)

Universidade Federal de São Paulo

Agradecimentos

O doutorado chegou ao fim e durante esses quatro anos o apoio de algumas pessoas foi essencial para que isso ocorresse.

Primeiro agradeço à minha família. Mãe, obrigada por sempre acreditar que eu era capaz de mais e por aguentar os meus momentos de maior nervosismo (oi prova de qualificação). Gustavo, sou infinitamente grata pelo apoio recebido durante essa jornada, por tentares me acalmar nos momentos difíceis e pela paciência em entenderes minhas doideiras hahahaha, tu és meu alicerce.

Também agradeço o apoio emocional, teórico e alcoólico recebido dos amigos e colegas. Andrea, minha amiga e coorientadora o que seria de mim sem ti? Quem aguentaria meus problemas imaginários em análises em um sábado à noite? Não existem palavras suficientes no mundo para te agradecer. Luiza, das monitorias de estatística para vida!! Obrigada, amiga por sempre estar presente, pronta pro que der e vier e por me entenderes sempre tão bem. Rafildes, obrigada pelas infinitas risadas, cantorias, reuniões e puxões de orelha, sei que nem 1 milhão de quilômetros nos separam, estaremos sempre juntinhas.

Por fim, agradeço ao meu corajoso orientador que me aguentou por seis anos. Fernando, obrigada pela confiança que sempre depositastes em mim desde o início da pós-graduação, pelo auxílio e pelo apoio que tive sempre que precisei, sou muito grata por esses anos de orientação.

Resumo

MACHADO, Adriana Kramer Fiala. **Padrões de duração do sono entre a adolescência e a vida adulta e sua relação com o acúmulo de capital humano em uma coorte de nascimentos.** 2021.210p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021

O sono é um componente essencial do desenvolvimento saudável e é necessário para a saúde física e mental. Estudos têm evidenciado que problemas no sono podem aumentar o risco de ocorrência de doenças metabólicas e cardiovasculares, além de contribuir para todas as causas de mortalidade. Durante a adolescência, o sono desempenha um papel crítico no desenvolvimento físico e intelectual, incluindo a consolidação da memória e do aprendizado, sendo importante também para o desempenho escolar e profissional. Porém, justamente nessa faixa etária, a frequência de duração inadequada do sono é alta, o que pode ocasionar piores desfechos de saúde física e mental nesses indivíduos. Assim, o primeiro objetivo desta tese foi descrever as trajetórias de duração do sono da adolescência ao início da vida adulta (11, 18 e 22 anos) e caracterizar esses indivíduos de acordo com aspectos socioeconômicos, demográficos e comportamentais, utilizando dados da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 1993. Três trajetórias de duração do sono foram identificadas para o sexo masculino: “aumento e manutenção” (3,4%), “redução rápida e manutenção” (45,0%) e “redução constante” (51,6%). Enquanto no sexo feminino as trajetórias identificadas foram: “aumento e diminuição” (2,4%), “redução rápida e manutenção” (25,6%) e “redução constante” (72,0%). Homens

e mulheres que pertenciam a trajetória com duração do sono mais longo apresentaram maior probabilidade de apresentar alguns comportamentos de risco e pior condição socioeconômica. O segundo objetivo desta tese foi revisar sistematicamente a literatura sobre a relação entre duração do sono (como exposição) e características do capital humano (desfechos cognitivos, escolares e socioeconômicos). Os resultados mostraram que tanto a curta quanto a longa duração do sono parecem estar associadas a piores resultados cognitivos em idosos. Em crianças e adolescentes, apenas a curta duração do sono parece estar associada a piores desfechos cognitivos e escolares. O último artigo desenvolvido nesta tese avaliou a relação entre as trajetórias de duração do sono entre a adolescência e o início da vida adulta (11, 18 e 22 anos) e os seguintes desfechos: memória de trabalho, anos de estudo e renda individual aos 22 anos, utilizando dados da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 1993. Como resultado, foi observado que indivíduos que pertenciam ao grupo com maior duração do sono apresentaram pior memória de trabalho e menos anos de estudo. Homens e mulheres dessas trajetórias pontuaram, em média, 1,6 e 1,8 pontos a menos no teste de memória, respectivamente, e apresentaram mediana de 1,6 e 2,6 anos a menos de estudo, respectivamente, quando comparados aos indivíduos da trajetória “redução rápida e manutenção”, os quais apresentaram os melhores resultados. Em relação a renda, não foram observadas diferenças.

Palavras-chave: duração do sono; escolaridade, memória, renda, estudos longitudinais

Abstract

MACHADO, Adriana Kramer Fiala. **Sleep duration patterns from adolescence to early adulthood and the relationship to human capital accumulation in a Birth Cohort study.** 2021.210p. PhD Thesis in Epidemiology. Post-Graduate Program in Epidemiology. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

Sleep is an essential component of healthy development and is required for physical and mental health. Studies have shown that sleep problems may increase the risk of metabolic and cardiovascular diseases and contribute to all causes of mortality. Sleep plays a critical role in physical and intellectual development during adolescence, including memory and learning consolidation, and it is essential for school and work performance. However, the frequency of inadequate sleep duration in this age group is high, which may cause worse physical and mental health outcomes. Thus, the first aim of this thesis was to describe trajectories of sleep duration from adolescence to early adulthood (at ages 11, 18, and 22) and to characterize these individuals according to socioeconomic, demographic, and behavioral characteristics, using data from the 1993 Pelotas Birth Cohort. Three sleep duration trajectories were identified for males: “increase and maintenance” (3.4%), “fast reduction and maintenance” (45.0%), and “constant reduction” (51.6%). While for women, the identified trajectories were: “increase and decrease” (2.4%), “fast reduction and maintenance” (25.6%), and “constant reduction” (72.0%). Men and women who belonged to the longest sleep duration trajectories were more likely to present risky behaviors and worse socioeconomic status. The second objective of this thesis was to systematically review the literature on the relationship between

sleep duration (as exposure) and human capital characteristics (cognitive function, school outcomes, and socioeconomic status). We observed that short and long sleep durations seem to be associated with worse cognitive outcomes in older adults. Only short sleep duration is likely to be associated with worse cognitive and school outcomes in children and adolescents. The last article developed in this thesis evaluated the relationship between sleep duration trajectories from adolescence to early adulthood (at ages 11, 18, and 22) and the following outcomes: working memory, years of schooling, and individual income at 22 years, using data from the 1993 Pelotas Birth Cohort. We observed that men and women who belonged to trajectories with longer sleep duration scored, on average, 1.6 and 1.8 lower in the memory test, respectively. They presented a median of 1.6 and 2.6 fewer years of schooling, respectively, compared to those from the “fast reduction and maintenance” trajectory who showed the best results. Regarding income, there was no significant association.

Keywords: sleep duration, education, memory, income, longitudinal studies

Apresentação

A presente tese foi elaborada sob a orientação do Professor Fernando César Wehrmeister e coorientação da Dra. Andrea Wendt. O documento é composto pelo projeto de pesquisa, pela descrição das alterações realizadas na versão do projeto aprovada pela banca de qualificação, pelo relatório de trabalho de campo realizado no estudo controlado randomizado Piá, bem como por um artigo de revisão, dois artigos originais e uma nota à imprensa com os principais resultados da tese.

O primeiro artigo da tese intitulado “Sleep duration trajectories from adolescence to emerging adulthood: Findings from a population-based birth cohort” foi publicado na revista *Journal of Sleep Research* em agosto de 2020. O artigo de revisão intitulado “Association between sleep duration and human capital characteristics: A systematic review” será submetido à revista *European Respiratory Review*. O terceiro artigo da tese intitulado “Associations between sleep duration trajectories from adolescence to early adulthood and working memory, schooling and income: a prospective birth cohort study from Brazil” será submetido à revista *Journal of Sleep Research*, após as considerações dos membros da banca.

Sumário

Projeto de pesquisa.....	12
Alterações de projeto pós banca de qualificação.....	76
Relatório de trabalho de campo.....	78
Artigo original 1.....	129
Artigo de revisão.....	146
Artigo original 2.....	178
Nota à imprensa.....	208

PROJETO DE PESQUISA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA



PROJETO DE PESQUISA

**Padrões de duração do sono entre a adolescência e a vida adulta e sua
relação com o acúmulo de capital humano em uma coorte de nascimentos**

Adriana Kramer Fiala Machado

Pelotas, RS

2018

SUMÁRIO

ARTIGOS PLANEJADOS

.....	16
-------	----

RESUMO

.....	17
-------	----

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Sono	19
1.1.1 Definição	19
1.1.2 Fisiologia	20
1.1.3 Pontos de corte para duração do sono	20
1.1.4 Duração do sono e saúde pública	21
1.1.5 Métodos de avaliação	23
a. Polissonografia	23
b. Actigrafia	24
c. Questionários	24
1.2 Sono e capital humano	25
1.3 Potenciais mecanismos entre sono e capital humano	26
2. REVISÃO DA LITERATURA	29
2.1 Padrões de sono	29
2.2 Duração do sono e Capital humano	31
2.2.1 Duração do sono e características socioeconômicas	35
2.2.2 Duração do sono e desempenho acadêmico/escolaridade/QI	46
3. JUSTIFICATIVA	56
4. OBJETIVOS	57
4.1 Objetivos gerais	57
4.2 Objetivos específicos	57
5. HIPÓTESES	58

6. MÉTODOS	58
6.1 Delineamento	58
6.2 Coorte de Nascimentos de 1993	58
6.3 População alvo	59
6.4 Critério de inclusão	59
6.5 Critérios de exclusão	59
6.6 Definição operacional dos desfechos	60
6.7 Definição operacional da exposição	61
6.8 Covariáveis	61
6.9 Cálculo de tamanho de amostra	64
6.10 Metodologias específicas por artigo	64
6.10.1 Artigo de revisão sistemática	64
6.10.2 Artigo original 1 – análises	65
6.10.3 Artigo original 2 – análises	65
6.11 Modelo de análise	66
7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	67
8. FINANCIAMENTO	67
9. CRONOGRAMA	68

ARTIGOS PLANEJADOS

1. Sono e capital humano (QI, escolaridade e renda). Uma revisão sistemática.
2. Padrões de duração do sono entre a adolescência e o início da vida adulta: Coorte de nascimentos de 1993.
3. Relação entre a duração do sono durante a adolescência e capital humano (QI, renda e escolaridade) no início da vida adulta: Coorte de nascimentos 1993.

RESUMO

O sono desempenha importantes funções no organismo, entre elas: restauração, recuperação física dos tecidos, secreção do hormônio do crescimento, síntese de proteínas, consolidação da memória e da aprendizagem. Diante de funções tão importantes, inadequações relacionadas ao tempo de sono podem causar alterações significativas no funcionamento físico, ocupacional, cognitivo e social, além de comprometer a qualidade de vida do indivíduo.

A adolescência é o período da vida em que o sono desempenha papel decisivo no crescimento, no desenvolvimento físico e no intelectual. Porém, justamente nessa faixa etária, a frequência de duração inadequada do sono é alta, o que pode ocasionar piores desfechos de saúde física e mental nesses indivíduos.

O sono parece ter um papel importante no capital humano, termo que se refere ao conjunto de habilidades e capacidades do indivíduo que afetam sua produtividade e que dependem dos investimentos, tanto financeiros como de tempo, realizados ao longo do seu ciclo vital, tais como educação e treinamento profissional. Estudos identificaram que a duração inadequada do sono parece estar relacionada a pior desempenho escolar e menor quociente de inteligência (QI). Esses desfechos, por sua vez, podem acarretar em menores oportunidades de trabalho e, dessa forma, menor renda na vida adulta.

A literatura existente sobre os padrões de sono ao longo do ciclo vital, principalmente em países de baixa e média renda, é insuficiente. Assim como há a falta de evidências sobre o possível efeito da duração do sono sobre o capital humano.

O projeto desta tese visa utilizar dados dos acompanhamentos da coorte de nascimentos de 1993, e prevê a elaboração de três artigos, sendo eles: uma revisão sistemática sobre a associação entre duração do sono e características socioeconômicas, desempenho escolar e QI; um artigo original sobre padrões de sono entre a adolescência e o início da vida adulta; um artigo original verificando a associação entre duração do sono e capital humano, representado pela escolaridade, QI e renda.

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm evidenciado que problemas no sono podem aumentar o risco de ocorrência de doenças metabólicas e cardiovasculares, além de contribuir para todas as causas de mortalidade (1, 2). A duração insuficiente do sono, por exemplo, foi considerada pelo *American Center for Disease Control and Prevention* como uma epidemia de saúde pública (3).

A adolescência é o período da vida em que o sono desempenha papel decisivo no crescimento, no desenvolvimento físico e no intelectual. Porém, justamente nessa faixa etária, a frequência de duração inadequada do sono é alta, o que pode ocasionar piores desfechos de saúde física e mental nesses indivíduos (3, 4, 5, 6).

São poucos os estudos de delineamento longitudinal que avaliaram padrões de sono nessa população. No Canadá, Patte *et al* identificaram em um acompanhamento de três anos de uma amostra de adolescentes quatro trajetórias de sono: duração sempre curta (9,3%); mudança de curta para normal (43,7%); mudança de longa para normal (26,7%) e duração sempre longa (8,8%) (7). Sexo masculino, cor da pele branca e maior renda familiar foram as características dos indivíduos mais propensos a cumprir a recomendação de horas de sono (8-10 horas) (7). Um estudo avaliando adolescentes pertencentes a coorte de 1993, de Pelotas, observou que dos 11 aos 18 anos, 41,3% dos meninos e 27,8% das meninas passaram a dormir menos que o recomendado (<8 horas) (8). Entretanto, esse trabalho tinha como foco a composição corporal e apresentou poucas informações a respeito de diferentes padrões de duração de sono.

A transição entre a adolescência e a vida adulta também é avaliada por alguns autores. Esse período é marcado pelo surgimento das mais variadas responsabilidades como o ingresso em faculdade, no mercado de trabalho e/ou a constituição de nova família, podendo dessa forma acarretar em mudanças nos hábitos de sono. Hayley *et al* na Noruega, em um período de acompanhamento de 17 anos, observaram que a prevalência de curta duração (<8 horas) aumentou conforme a idade (9). Entre aqueles com 13 anos, 2,6% dormiam de 7 a 7,9 horas por noite, já aos 15 anos esse percentual aumentou para 8,4%. Enquanto aos 23 e 30 anos cerca de 11% dormiam menos de 7 horas (9). Nos Estados Unidos (EUA), Maslowsky &

Ozer constataram que a duração do sono diminuiu acentuadamente durante a adolescência, aumentou discretamente no início da vida adulta (22 anos) e diminuiu novamente aos 32 anos (10).

Além disso, estudos tem mostrado que a duração inadequada do sono parece estar associada a pior desempenho acadêmico, menor função cognitiva e maior risco de reprovação escolar. Na Suécia, adolescentes que dormiam menos que o recomendado, tanto em dias de semana quanto em finais de semana, foram mais propensos a reprovar em pelo menos uma disciplina, quando comparados aqueles que dormiam de sete a oito horas por dia (RO meninos: 4,1 (IC95%: 2,82 - 6,08); RO meninas: 5,0 (IC95%: 3,5 - 7,2) (11). Na França, estudo realizado com 177 adolescentes com 14 anos de idade encontrou que menor tempo na cama durante a semana e dormir mais tarde aos finais de semana estiveram relacionados com menor volume de massa cinzenta no cérebro (12). Estes autores mostraram que o horário de dormir aos finais de semana explicou 43,8% da relação entre a massa cinzenta e o desempenho escolar (12).

O sono também parece ter um papel importante no capital humano, termo que se refere ao conjunto de habilidades e capacidades do indivíduo que afetam sua produtividade e que dependem dos investimentos, tanto financeiros como de tempo, realizados ao longo do seu ciclo vital, tais como educação e treinamento profissional (13). Estudos identificaram que a duração inadequada do sono parece estar relacionada a pior desempenho escolar e menor QI (11,14–17). Esses desfechos por sua vez podem acarretar em menores oportunidades de trabalho e, dessa forma, menor renda na vida adulta.

Compreender de que forma os padrões de duração do sono se comportam entre a adolescência e o início da vida adulta e se eles podem interferir no futuro acúmulo de capital humano pode ser fundamental para ampliar os conhecimentos sobre o tema, avaliando a extensão do problema e identificando quem são os indivíduos em maior risco.

1.1 Sono

1.1.1 Definição

O sono é um processo ativo em que algumas regiões do cérebro mostram a mesma ou até maior atividade do que durante a vigília (18). Pode ser definido como *“um estado comportamental reversível de desligamento e perda de resposta ao meio ambiente. O sono também é um complexo de processos fisiológicos e comportamentais, tipicamente acompanhado (em humanos) da posição deitada, pouca ou nenhuma movimentação e olhos fechados”* (19).

1.1.2 Fisiologia

Fisiologicamente o sono é dividido em dois estágios: REM (*Rapid Eye Movement*) e NREM (*Non Rapid Eye Movement*) (20). O sono NREM possui como características respiração e eletrocardiograma (ECG) regulares, eletroencefalograma (EEG) com aumento progressivo de ondas cerebrais lentas, relaxamento muscular com manutenção do tônus basal e atividade psicológica mínima, correspondendo a cerca de 80% do tempo de sono. É subdividido em três estágios (N1, N2, N3), sendo o sono mais profundo conforme o avançar dos mesmos (19). O último estágio também é chamado de *slow waves sleep* (SWS) (21). O SWS é amplamente utilizado como um marcador da profundidade do sono e tem função importante de restauração, recuperação física dos tecidos, secreção do hormônio do crescimento, síntese de proteínas, entre outras.

Em contraste, a fase REM apresenta EEG semelhante à vigília, respiração e ECG irregulares, hipotonia ou atonia muscular e episódios de movimentos oculares rápidos (22, 23). Além disso, é o período em que ocorrem os sonhos, a consolidação da memória e da aprendizagem (22, 23).

As referidas fases ocorrem de forma cíclica. O sono inicia-se na fase NREM e progride para seus estágios mais profundos, com o primeiro episódio da fase REM, em adultos, acontecendo de 80 a 100 minutos depois de iniciado o sono (22, 23). Nas primeiras horas de sono, N3 é o estágio predominante, enquanto a fase REM vai aumentando conforme o passar do tempo.

1.1.3 Pontos de corte para duração do sono

Recomendações de duração do sono, para indivíduos saudáveis, foram publicadas pela *The National Sleep Foundation's* em 2015. Tais recomendações foram baseadas

em revisão sistemática de mais de trezentos artigos científicos realizada por um grupo multidisciplinar. Os pontos de corte variam conforme a idade. Adultos jovens, por exemplo, tem sono recomendado variando entre sete e nove horas. Dormir menos de seis horas ou mais de 11 horas não é recomendado (Figura 1).

SLEEP DURATION RECOMMENDATIONS

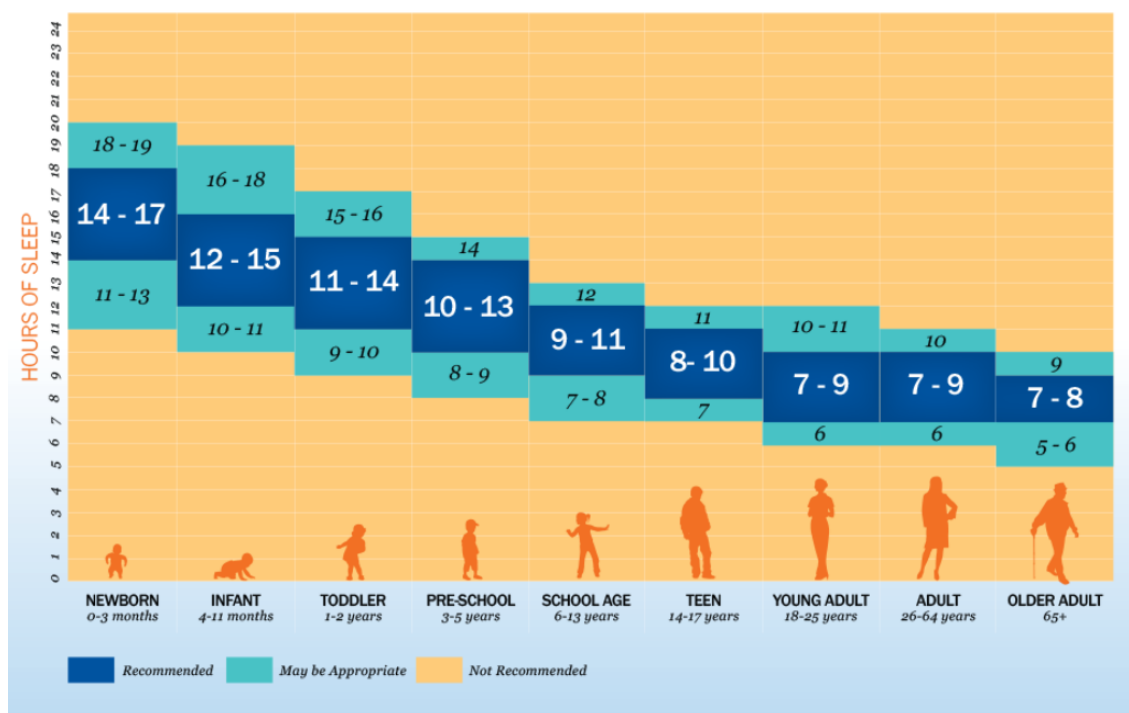


Figura 1. Recomendações para duração do sono de acordo com a idade. *National Sleep Foundation's*

1.1.4 Duração do sono e saúde pública

Diante de funções tão importantes, as inadequações relacionadas ao tempo de sono podem causar alterações significativas no funcionamento físico, ocupacional, cognitivo e social, além de comprometer a qualidade de vida do indivíduo (23).

A duração do sono inadequada, ou seja, muito curta ou muito longa, tem sido associada a diversos desfechos negativos, tais como diabetes, dislipidemias, hipertensão arterial (2,24,25), inatividade física, uso de substâncias lícitas e ilícitas e a todas as causas de mortalidade (26, 27), além de aumento na ocorrência de sobrepeso e/ou obesidade (24, 25, 28).

Em adolescentes, a curta duração do sono foi reconhecida como um sério risco à saúde pela *American Academy of Sleep Medicine*. A preocupação é justificada pela importância que o sono desempenha no desenvolvimento e pelos altos índices de

inadequação encontrados nessa faixa etária (4–6,29). Nos EUA, a prevalência de curta duração do sono aumentou 15% em cinco anos. Em 2006, 45% dos adolescentes dormiam menos de 8 horas, já em 2011 esse percentual foi de 60% (30,31). Meta-análise incluindo estudos com universitários chineses encontrou que 43,9% apresentava curta duração do sono (<7 horas) (15). Perez-Chada *et al* estudaram adolescentes argentinos e observaram que 49% dormiam menos que o recomendado (<8 horas) (32). No Brasil, na cidade de São Paulo, 39% dos adolescentes dormiam menos de oito horas (33).

Já a longa duração do sono é menos estudada e apresenta menores prevalências. Na China, 5,7% dos universitários dormiam mais de nove horas (15). Lee & Park, na Coreia, identificaram 7,5% de adolescentes com longa duração do sono (>10 horas) (34). Estudo realizado em 27 universidades de 26 países ao redor da Ásia, África e Américas observou que 13,9% dos indivíduos dormiam ≥ 9 horas (35). No Canadá, 8,8% dos adolescentes foram classificados como tendo longa duração do sono (>10 horas) (7).

A prevalência de duração inadequada do sono e os pontos de corte utilizados para sua determinação possuem grande amplitude na literatura. Na França, foi observado diminuição no tempo total de sono entre os 11 e os 15 anos (9 horas e 26 minutos vs. 7 horas e 55 minutos; $p < 0,001$) (36). Enquanto a prevalência de duração do sono muito curta (<6 horas) aumentou de 2,6% para 24,6% durante o mesmo período ($p < 0,001$) (36). Nos EUA, cerca de 70% dos adolescentes com idades entre 13 e 18 anos apresentaram curta duração do sono (<8 horas) (37). No Canadá, a prevalência de curta duração do sono foi 31% para aqueles com idade entre 10 e 13 anos (< 9 horas) e 26% para aqueles entre 14 e 17 anos (<8 horas) (38). No Brasil, no estado de Santa Catarina, 66,4% dos adolescentes entre 14 e 19 anos dormiam menos de 8 horas (39).

Revisão sistemática incluindo 36 publicações (31 com delineamento transversal e cinco com delineamento longitudinal) observou, em ambos delineamentos, que crianças com curta duração do sono tiveram maior risco de apresentar obesidade (40). Em adultos, foi observada associação independente entre curta duração do sono e aumento do peso. Já nos estudos longitudinais, todos os três inquéritos constataram associação positiva entre curta duração do sono e futuro ganho de peso (40).

Em estudo transversal realizado nos EUA com adolescentes entre 14 e 18 anos a curta duração do sono (<8 horas) esteve associada a maior *odds* de diversos comportamentos de risco, entre eles: tabagismo (1,67 (IC95%: 1,31-1,76)), uso de maconha (1,52 (IC95%: 1,31-1,76)) e tentativa de suicídio (1,86 (IC95%; 1,60–2,16)) (27). Os autores salientam que devido ao delineamento do estudo, a temporalidade das associações não pôde ser determinada.

Em estudo longitudinal realizado nos EUA, avaliando indivíduos entre 32 e 86 anos foi observado que tanto a curta (≤ 5 horas) quanto a longa (> 9 horas) duração do sono aumentou o *odds* de diabetes (41). Cappuccio *et al* realizaram revisão sistemática e meta-análise incluindo apenas estudos prospectivos e concluíram que a curta e a longa duração do sono aumentaram, respectivamente, 12% e 30% o risco de mortalidade por todas as causas (42).

Revisão sistemática com meta-análise concluiu que a curta duração do sono é um fator de risco ou marcador do desenvolvimento da obesidade em lactentes, crianças e adolescentes. Nestes últimos, em particular, o risco de desenvolver sobrepeso ou obesidade foi 30% maior naqueles com curta duração do sono (43). Revisão sistemática publicada por Fobian *et al* concluiu que a literatura existente sobre sono e doença cardiovascular em crianças e adolescentes é limitada e a maioria dos estudos apresentaram alto risco de viés (44). As evidências mais fortes foram para obesidade e hipertensão, as quais, de forma geral, apresentaram relação negativa com a duração do sono, sendo maior o risco maior naqueles com menor duração do sono (44).

1.1.5 Métodos de avaliação

A avaliação da duração do sono pode ser feita tanto através de métodos objetivos quanto subjetivos. Os principais métodos estão relacionados a seguir.

a. *Polissonografia*

A polissonografia é considerada o padrão ouro para investigar o sono. O exame utiliza métodos como o eletroencefalograma, eletro-oculograma, eletromiograma, eletrocardiograma, verificação do fluxo de ar, monitoramento da posição do corpo e oximetria (45). As principais informações fornecidas por esse método são: o tempo total de sono e de vigília, eficiência, latência, proporção dos estágios (REM e NREM),

presença de apneias e hipopneias, saturação da oxihemoglobina, movimento de membros inferiores, microdespertares, ritmo e frequência cardíaca (22, 23). Porém, geralmente não é aplicável a estudos de base populacional devido ao seu alto custo e às dificuldades logísticas na obtenção dos dados.

b. Actigrafia

Esse método utiliza um dispositivo colocado junto ao corpo do indivíduo, normalmente no punho, e avalia o ciclo sono-vigília, registrando a atividade motora através dos movimentos durante 24 horas. Assim, é possível obter o tempo total de sono, tempo total acordado, número de despertares, latência para o sono, eficiência, índice de fragmentação e informações sobre o ciclo circadiano, quando feito registro de vários dias (23,45). Esta avaliação possui menor custo que a polissonografia, mas também menor confiabilidade por ser baseada apenas na movimentação do indivíduo (23, 45).

c. Questionários

Uma parcela dos questionários avalia os aspectos gerais do sono e tem foco na sua latência, qualidade, características comportamentais, presença de despertares e sonolência diurna. Um exemplo, o *Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI)* (46), se refere à qualidade subjetiva do sono no último mês, avaliada através de questões referentes a dificuldades para dormir, uso de medicamentos, duração e eficiência do sono, entre outras. Existe também um grupo de questionários mais específicos para determinadas alterações, sendo o mais conhecido a escala de sonolência de Epworth (ESS) para avaliação de sonolência excessiva diurna (46).

Outrossim, a obtenção de dados de duração de sono, através de questionário pode ser um bom indício de quanto tempo um indivíduo dorme, com a limitação de não estar sendo avaliada a qualidade desse período. Os métodos para coletar essa informação variam, alguns autores perguntam diretamente sobre o número de horas dormidas durante a noite (47, 48, 49), outros avaliam a diferença entre a hora de acordar e de dormir (50, 51) e também pode ser utilizada a subtração entre o tempo na cama e tempo de latência para o sono (52). Os dias de coleta sobre duração do sono também

variam podendo ser apenas para dias de semana ou para ambos dias de semana e finais de semana.

As pesquisas epidemiológicas em sua maioria utilizam questionários para avaliação da qualidade do sono, tendo em vista a coleta de dados em larga escala, os métodos objetivos tornariam o estudo demasiadamente caro e metodologicamente complicado.

1.2 Sono e capital humano

A Teoria do Capital Humano surgiu na década de 1950 com estudos do economista estadunidense Theodore W. Schultz, o qual coloca o conhecimento como forma de capital. Posteriormente, Gary S. Becker, também economista natural dos EUA, popularizou-a através de novas publicações, as quais reforçavam conceitos de Schultz e traziam, também, novas ideias (53). Segundo esses autores, o tempo despendido em anos de estudo, cursos, cuidados médicos e/ou treinamentos são considerados como ganhos de capital humano, pois melhoram a saúde, bem-estar e o rendimento dos indivíduos (53). A ampliação dos níveis de conhecimento e o aperfeiçoamento de habilidades ao decorrer do tempo, podem proporcionar maior produtividade aos indivíduos e consequentemente, uma renda mais alta no mercado de trabalho (13,54). Assim, as habilidades adquiridas desde a escola são uma forma de investimento no capital humano (13, 54).

Segundo Andrade, a abordagem mais comum para avaliar o acúmulo de capital humano é através de variáveis referentes a níveis de escolaridade atingidos pelo indivíduo. No estudo de Wang, o acúmulo de capital humano de adolescentes foi mensurado através da média das notas escolares, problemas para completar a lição de casa e em prestar atenção em aula (55). Já para jovens adultos foram avaliados os anos de escolaridade, o *status* de emprego e os rendimentos financeiros pessoais (55). Além disso, alguns autores sugerem que outros aspectos também devem ser levados em conta no estudo do capital humano. Becker, salienta que a estrutura e a renda familiar devem ser consideradas, pois influenciam na educação e ampliam oportunidades geradas aos filhos (53). Bolin *et al* enfatizam a importância do *status* de saúde dos indivíduos e destacam que alunos mais saudáveis podem estar mais dispostos a investir tempo na educação e podem ser mais eficientes na produção de conhecimento (56).

A consolidação da memória e do aprendizado, importantes tanto para o sucesso na escola quanto no trabalho, é desempenhada pelo sono (23,56). Revisão sistemática e meta-análise publicada por Dewald *et al*, composta em sua maioria por estudos transversais, mostra que tanto a qualidade quanto a duração do sono possuem impacto sobre a performance escolar de crianças e adolescentes (57). Tal ocorrência é importante devido ao fato de que a capacidade de lembrar e utilizar o que foi aprendido na escola é essencial para o acúmulo de capital humano em crianças e adolescentes (55). Portanto, de acordo a Teoria do Capital Humano, é plausível que a duração inadequada do sono possa ocasionar pior desempenho escolar e menor QI, resultando em menor acúmulo de capital humano, prejudicando o indivíduo no alcance do seu máximo potencial neste quesito.

1.3 Potenciais mecanismos entre sono e capital humano

A Inteligência é um constructo geralmente associado com a capacidade de aprender (58). Para Wechsler, é a capacidade do indivíduo para agir, pensar e inserir-se no seu meio social, tratando-se do comportamento individual como um todo e não apenas a habilidades específicas. Essa competência seria resultado tanto de características genéticas quanto do esforço, motivação e experiências do indivíduo (59).

Embora a inteligência não seja apenas uma soma de aptidões, a única forma de medi-la seria de forma quantitativa. Assim, existem na literatura diversos instrumentos para esse objetivo. Wechsler, por exemplo, apresenta diferentes conjuntos de habilidades que são classificadas em QI verbal, QI de execução e QI total. Entre essas habilidades estão a memória, o aprendizado, a atenção e outras habilidades cognitivas, funções as quais dependem de uma boa qualidade do sono, principalmente em períodos críticos de desenvolvimentos como a infância e a adolescência (60).

Segundo Dewald, problemas no sono podem prejudicar o desenvolvimento neural, regulação emocional, velocidade de processamento e impedir a consolidação da memória, assim podendo afetar o desempenho acadêmico (57). Estudos têm mostrado que o tempo inadequado de sono possui impacto tanto a longo quanto a curto prazo em funções cognitivas.

Investigação avaliando adolescentes entre 14 e 17 anos submeteu os participantes tanto restrição nas horas de sono (6,5 horas na cama) quanto a duração adequada (10 horas na cama) por cinco noites. Foi observado que durante o período de restrição os adolescentes encontravam-se mais tensos, ansiosos, irritados, confusos, fadigados e com pior regulação emocional (61). Outro estudo, também realizado com adolescentes, concluiu que apenas uma noite de privação total do sono teve efeitos deletérios significativos sobre o desempenho neuro-comportamental, deixando os adolescentes em maior risco de pior funcionamento acadêmico e social, acidentes e lesões (62).

Quanto aos efeitos a longo prazo, um estudo em adolescentes encontrou relações entre a atividade de *slow wave activity* (SWA) no eletroencefalograma e índices de maturação cortical em imagens de ressonância magnética (63). Tal ocorrência pode ser devido ao fato de que o córtex pré-frontal medial, envolvido na atenção seletiva, no controle cognitivo e emocional, está entre as últimas regiões maturadas do cérebro, sofrendo mudanças até a segunda década de vida, o que o torna mais vulnerável aos hábitos de sono durante a adolescência.

Urrila *et al*, em um estudo com adolescentes de 14 anos de idade, encontraram que o volume de massa cinzenta da região do córtex pré-frontal medial estava correlacionado tanto com o horário de dormir quanto com o horário de despertar durante os finais de semana, assim como à média de notas escolares (12). Foi observado que os indivíduos que passavam menos tempo na cama durante a noite e que dormiam mais tarde aos finais de semana foram os que tiveram piores resultados acadêmicos.

A privação de sono a longo prazo também pode dificultar a capacidade do adolescente de ter sucesso na escola e, assim, diminuir a probabilidade de que atinja maiores níveis educacionais (64,65). Perez-Lloret *et al*, sugerem através de modelagem de equações estruturais um possível caminho entre duração do sono e conquistas acadêmicas (32). Segundo os autores, a curta duração do sono criaria uma “reação em cadeia”, aumentando a sonolência diurna, tendo como consequência uma diminuição na atenção e concentração, prejudicando assim a performance acadêmica. Na Suécia, um estudo com adolescentes mostrou que aqueles que dormiam menos que o recomendado (7 – 8 horas) apresentaram maior *odds* de reprovação em pelo menos uma matéria (4,1 vezes maior nos meninos e 5,0 nas meninas) (11). Além

disso, alguns estudos têm mostrado que o número de reprovações pode aumentar o risco de evasão escolar, diminuir a expectativa do indivíduo de entrar na universidade ou levar ao abandono precoce dos estudos (66–68). Assim, a duração inadequada do sono pode resultar em piores desfechos cognitivos e consequentemente acadêmicos.

O menor nível educacional pode ainda afetar as atividades ocupacionais resultando em cargos/empregos com menor remuneração, mais estressantes, com maiores jornadas de trabalho e desgaste físico, podendo assim ter impacto negativo em diversos aspectos da saúde geral dos indivíduos.

Diante do exposto, podemos concluir que o sono exerce papel essencial na função cognitiva, como a atenção e a memória, e que essas são importantes para o sucesso tanto na escola quanto no trabalho. Dessa forma, é intuitivo presumir que o sono desempenhe papel fundamental no acúmulo de capital humano do indivíduo.

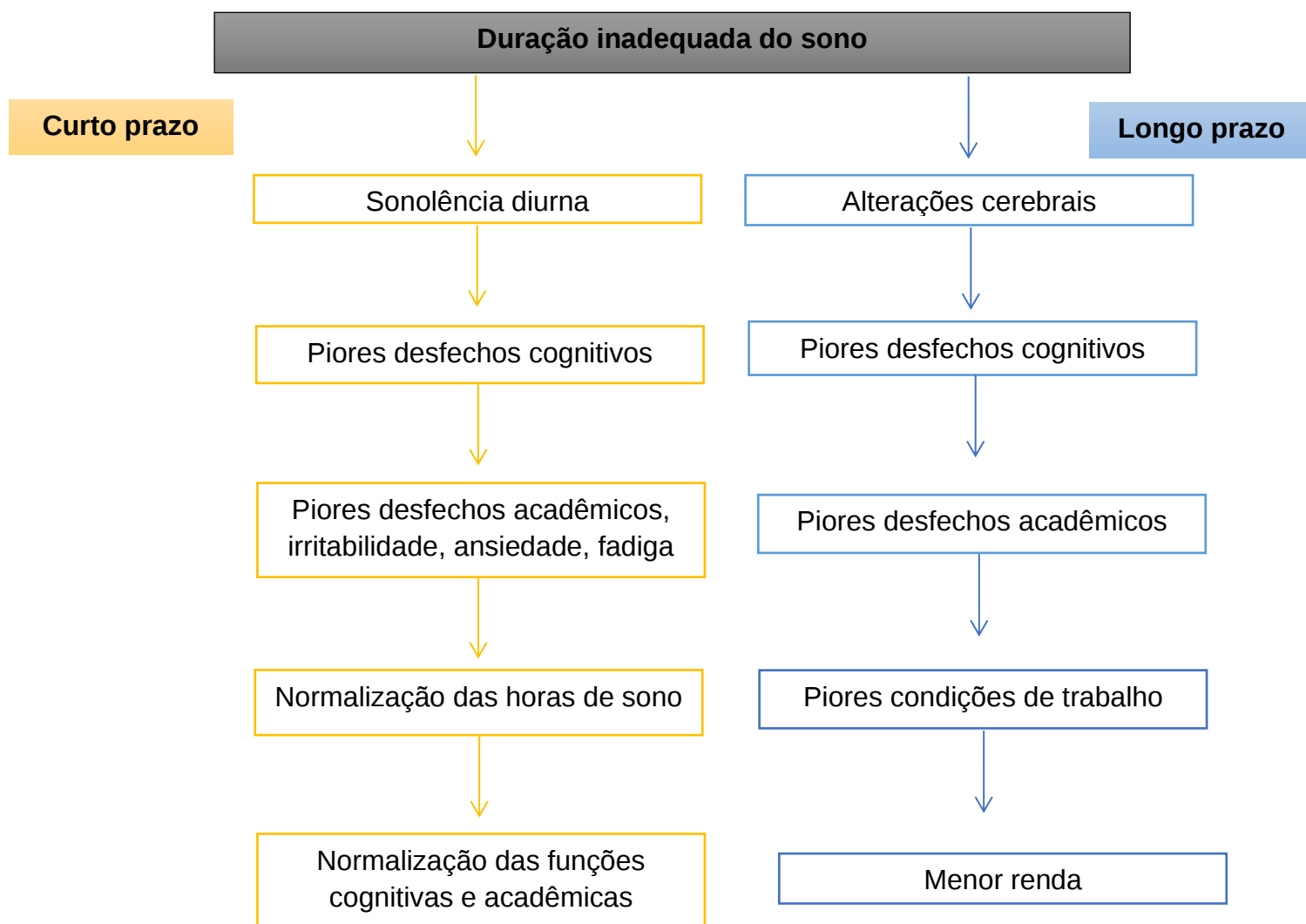


Figura 2. Relação entre características do capital humano e alterações do sono a curto e longo prazo

2. REVISÃO DA LITERATURA

Uma busca bibliográfica foi realizada no período de abril a junho de 2018 para avaliar o estado da arte da associação entre capital humano e duração do sono. A descrição detalhada sobre ela encontra-se a seguir. Além disso, uma breve revisão, não sistemática, sobre os padrões de sono durante a infância e adolescência é apresentada anteriormente, de forma a contextualizar o leitor.

2.1 Padrões de sono

Na breve descrição que segue, foram incluídos apenas artigos de delineamento longitudinal, que analisaram mudança no status de duração do sono, que incluíram indivíduos entre o final da infância, adolescentes e/ou início da vida adulta e que foram publicados nos últimos cinco anos. Além disso, um artigo de revisão foi incluído com intuito apenas de apresentar um cenário mais abrangente sobre o tema.

Gradisar *et al* realizaram uma busca bibliográfica sobre o tema incluindo artigos publicados no período entre 1999 e 2010, com tamanho amostral maior que 300 e indivíduos com idade entre 11 e 18 anos (69). Ao todo foram incluídos 41 trabalhos, majoritariamente de delineamento transversal. A maioria dos estudos foi conduzida em países de alta renda com exceção de oito estudos na China e um nos Emirados Árabes Unidos. Os autores observaram que, em todas as regiões, conforme aumenta a idade, os adolescentes tendem a ir dormir mais tarde, mas mantém o horário de despertar, reduzindo, portanto, o tempo de sono. Indivíduos asiáticos dormiam mais tarde, tinham menor tempo de sono e maior sonolência diurna do que os norte-americanos e europeus. Os autores concluem que o padrão de atraso na hora de dormir ocorre mundialmente, mas que pode ser exacerbado por questões culturais (67).

No Canadá, Patte *et al* avaliaram uma amostra de adolescentes entre a 9ª e a 12ª série com o objetivo de explorar os padrões de sono ao longo do ensino médio e os subgrupos com maior risco (7). As durações médias de sono diminuíram durante os três acompanhamentos: menos da metade dos jovens dormiam oito a 10 horas por noite (45,3%), recomendação das diretrizes da *Canadian Society for Exercise Physiology* para a idade.

Schafer *et al* analisaram dados de uma coorte de nascimentos na cidade de Pelotas, Brasil quando os indivíduos tinham 11 e 18 anos (8). Os autores utilizaram como adequado oito horas de sono por noite e encontraram que 41,3% dos meninos e 27,8% das meninas passaram a ter duração do sono inadequada no período avaliado. Porém, o foco do trabalho foi a composição corporal, assim o artigo não apresenta a caracterização dos indivíduos conforme sua duração sono, não sendo possível conhecer quem são aqueles em maior risco de desenvolver um padrão inadequado.

Na Noruega, Hayley *et al* observaram o impacto das trajetórias de duração do sono relatada por estudantes com idades entre 13, 15 e 23 anos sobre a duração do sono relatada aos 30 anos (9). Foram utilizados pontos de corte de acordo com a idade, sendo a curta duração definida como $\leq 8,5$ (13 anos), ≤ 8 h (15 anos) e ≤ 7 h (23 e 30 anos). Os autores observaram redução significativa na duração do sono em todos os grupos etários. Além disso, dormir menos do que o recomendado aos 23 anos foi associado a subsequente curta duração do sono aos 30 anos de idade (RO: 3,67, IC95%: 2,36 - 5,69). Enquanto que ter curta duração aos 11 ou aos 15 anos não afetou esse desfecho aos 30 anos. Os autores concluem que a duração do sono não é estabilizada na adolescência, pelo contrário, essas tendências parecem ser formadas no início da vida adulta.

Um estudo foi realizado nos EUA com o objetivo de apresentar a média da duração do sono, a prevalência de curta (<6 horas) e longa duração (>10 horas), além das diferenças entre sexo e etnia da adolescência até a vida adulta (10). A duração do sono mostrou estar associada à idade, com decréscimos durante a adolescência de 8,5 horas por noite aos 13 anos a 7,3 horas aos 18 anos. Já na idade adulta houve um aumento de 8,5 horas aos 22 anos e um declínio gradual para 7,7 horas aos 32 anos. A curta duração do sono foi mais comum nos indivíduos afro-americanos em todas as faixas etárias avaliadas, enquanto as mulheres apresentaram maior risco a partir dos 19 anos. Porém, cabe salientar que o instrumento utilizado para medir duração do sono não foi o mesmo em todos os acompanhamentos, o que pode comprometer a comparabilidade dos dados.

De acordo com o exposto, pode-se observar que a maioria dos estudos são provenientes de países europeus, EUA e Japão. Foi encontrado apenas um estudo longitudinal avaliando padrões de sono entre infância e a adolescência realizado no

Brasil, porém esse possui resultados com foco em composição corporal sem explorar outras variáveis associadas ao sono.

2.2 Duração do sono e Capital humano

A revisão de literatura sobre duração do sono e capital humano foi realizada de forma sistemática. O processo ocorreu em diversas etapas, através das bases de dados *Pubmed*, *Web of Science*, *Scopus* e *Socindex*. O campo de busca foi restrito para as palavras-chave contidas em títulos e resumos. Foram consideradas características do capital humano: renda, índice de bens, lugar de moradia, absenteísmo ao trabalho, nível de escolaridade, desempenho escolar e QI. Os termos utilizados na busca foram *sleep*, *insomnia*, *“social class”*, *“socioeconomic factors”*, *“socioeconomic status”*, *income*, *employment*, *absenteeism*, *schooling*, *“intelligence tests”*, *“intelligence quotient”*, *“school performance”*, *“educational attainment”*, *achievements* e *“school dropout”*. A busca foi, primeiramente, realizada em duas etapas, sendo uma focada na relação entre sono e variáveis socioeconômicas e a outra no sono, desempenho escolar e QI. Após os achados foram unificados para exclusão de duplicatas. As combinações dos termos utilizados encontram-se no Quadro 1.

Foram incluídos apenas estudos de base populacional, de delineamento longitudinal e que avaliassem duração do sono, tendo em vista que é a característica do sono mais frequentemente avaliada pela literatura e a que será o foco deste projeto. O termo insônia foi incluído, apenas, com o intuito de tornar a busca mais sensível (a duração do sono poderia ser uma variável secundária em alguns estudos). Além disso, foram incluídos artigos que avaliassem a duração do sono tanto como exposição quanto como desfecho, devido à bidirecionalidade em algumas associações. Foram excluídos artigos com populações específicas (ex: distúrbios respiratórios do sono, transtorno do déficit de atenção, distúrbios de aprendizagem) e aqueles que não utilizaram duração do sono como desfecho ou exposição. Nenhuma restrição foi feita quanto a idade da população em estudo, tipo de mensuração de duração do sono (objetiva ou subjetiva) ou idioma da publicação.

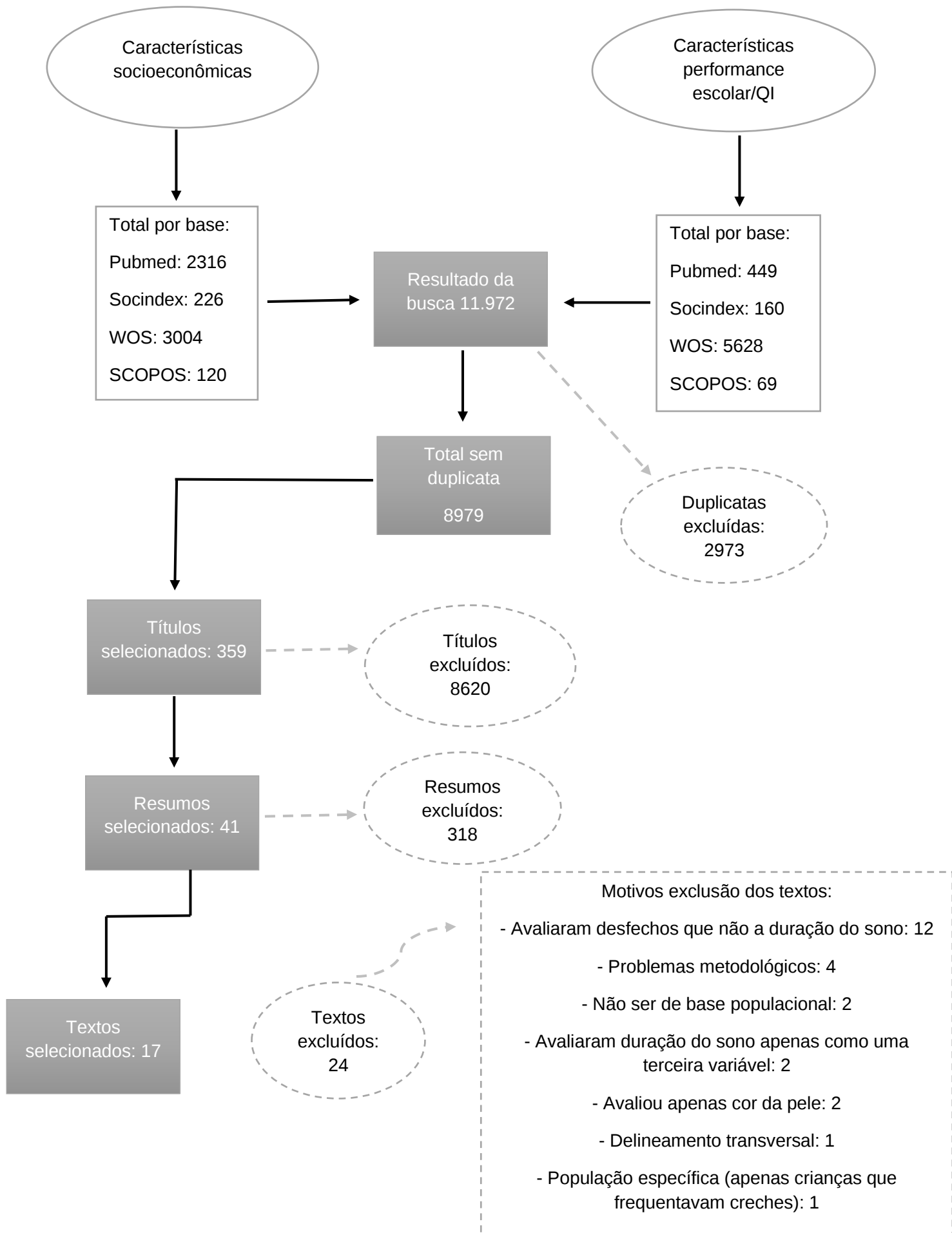
Quadro 1. Estratégia de busca

Termos	Localizados em cada busca	Total duas buscas (sem duplicatas)	Selecionados para leitura dos resumos	Selecionado para leitura na íntegra	Incluídos na revisão
insomnia OR sleep AND income OR "socioeconomic status" OR "socioeconomic factors" OR "social class" OR absenteeism OR employment	5.643	8.979	359	41	17
insomnia OR sleep AND "educational attainment" OR "school dropout" OR achievements OR "school performance" OR "intelligence quotient" OR "intelligence tests" OR schooling	6.331				

Do total de 8.979 referências encontradas, foram selecionados para leitura na íntegra 41 artigos, dos quais 12 foram excluídos por avaliar apenas insônia, sintomas de insônia, sonolência excessiva, distúrbios e problemas para despertar e não a duração do sono. Problemas metodológicos como o número excessivo de perdas de maneira que comprometesse os resultados, período entre *baseline* e acompanhamento muito curto (por exemplo, seis meses) e problemas na coleta da duração do sono foram responsáveis pela exclusão de quatro manuscritos. Em dois artigos, a duração do sono não foi considerada nem como exposição nem como desfecho, e sim a associação entre atraso no horário de início das aulas e o desempenho escolar, portanto não foram incluídos nesse projeto. Além disso, artigos que avaliassem como exposição exclusivamente a cor da pele foram excluídos, tendo em vista que essa característica não é modificável pelo capital humano ou pelo sono. Mais detalhes sobre cada etapa da revisão encontram-se na Figura 3.

Foram identificados como elegíveis 17 estudos longitudinais que avaliaram a associação entre duração do sono e características do capital humano. A descrição sobre os achados encontra-se a seguir. Cabe salientar que nenhum artigo avaliou conjuntamente todas as variáveis de interesse, assim suas principais características são apresentadas no item e nos quadros abaixo, sendo, respectivamente, aqueles com foco em variáveis socioeconômicas e demográficas (Quadro 2) e em desempenho escolar (Quadro 3). Além disso, devido ao fato de que apenas estudos de base populacional foram incluídos, estudos experimentais, os quais possuem pequeno número de participantes, não cumpriram esse requisito para entrar na revisão.

Figura 3. Fluxograma da revisão de literatura sobre duração do sono e capital humano



2.2.1 Duração do sono e características socioeconômicas

Não foram encontrados artigos que avaliassem a associação entre duração do sono e características socioeconômicas na mesma direção que a de interesse desse projeto, ou seja, a duração do sono como variável de exposição. Assim, artigos que avaliassem a duração do sono como desfecho foram incluídos, tendo em vista a bidirecionalidade dessa associação.

Foram incluídos oito artigos que avaliassem a associação entre duração do sono e características socioeconômicas. O ano de publicação dos mesmos variou entre 2007 e 2018, sendo que a metade foi publicada em 2017.

Os estudos eram, predominantemente, provenientes de países de alta renda, sendo quatro dos EUA, dois da Inglaterra e um da Noruega. No que diz respeito aos países pertencentes a outros grupos de renda foi encontrado apenas um estudo, sendo esse realizado no Brasil, na cidade de Pelotas

A população alvo avaliada pelos artigos foi em sua maioria crianças em idade escolar e adolescentes. Quatro manuscritos avaliaram apenas crianças (47,50,70,71), dois acompanharam os participantes desde a infância até a adolescência (51,52), um avaliou a transição entre adolescência e vida adulta (48) e um incluiu no *baseline* tanto adolescentes quanto adultos e idosos (49).

O número de acompanhamentos destes estudos variou bastante, de uma a até oito visitas, assim como o tempo de acompanhamento (dois a 34 anos). Quanto ao tamanho de amostra todos os artigos apresentaram mais de 1000 participantes, sendo o menor realizado por Peña nos EUA ($n=1288$) e o maior realizado com dados da coorte ALSPAC ($n=13.978$) (50,71).

As variáveis de exposição mais frequentemente avaliadas foram renda familiar ou mudança no status de pobreza (encontradas em oito artigos), escolaridade materna ou paterna (quatro artigos) e cor da pele materna ou do indivíduo em estudo (quatro artigos).

A duração do sono foi medida de forma subjetiva por todos os oito artigos. Os instrumentos e os pontos de corte utilizados variaram, mas mantiveram um padrão entre as faixas etárias. Para os artigos que avaliaram especificamente adultos a duração total do sono durante a noite foi perguntada diretamente ao participante. Para aqueles que avaliaram crianças e adolescentes a abordagem variou sendo que a maioria dos estudos (três) perguntou para a mãe do participante sobre o horário do

indivíduo dormir e acordar (50,51,70), dois questionaram a mãe sobre o total de horas de sono do(a) filho(a) (47,71) e um calculou a duração do sono através da diferença entre o tempo na cama e a latência obtidos através do relato dos participantes (52).

Além disso, a maioria dos manuscritos (cinco) não utilizou pontos de corte para avaliar a duração do sono, avaliando-o de forma contínua. Entre aqueles que utilizaram pontos de corte, dois estudos que avaliaram crianças utilizaram valores específicos por idade (47,71) e um utilizou como adequado para adultos sete a oito horas de sono por noite (49). Entre os artigos que avaliaram adolescentes e/ou adultos a coleta da duração do sono também variou, sendo referente apenas a dias de semana em um estudo (48), dias de semana e finais de semana (52), e não especificada em outro (49).

Dois artigos não encontraram associação entre duração do sono e características socioeconômicas (50,70). Quanto aos estudos restantes, indivíduos mais pobres, de cor da pele não branca, moradores de áreas menos favorecidas e que tinham mãe com menor nível educacional foram os que apresentaram mais frequentemente duração inadequada, curta duração ou a diminuição das horas de sono (47–49,51,52,71). Além disso, tanto longa quanto curta duração do sono foram avaliadas somente no artigo realizado nos EUA por Sheehan *et al* (47). No restante das publicações a duração do sono foi avaliada ou de forma contínua (48,50–52,70) ou apenas sua curta duração (49,71).

Quanto a magnitude dos resultados encontrados, um estudo realizado nos EUA avaliou se o bairro de residência estaria associado a duração do sono de crianças (47). Foi observado que, comparadas às crianças que cresceram em locais com alto histórico de pobreza, as crianças que cresceram em bairros com baixo e médio históricos de pobreza tiveram, respectivamente, 0,64 (IC95%:0,45 - 0,92) e 0,68 (IC95%:0,48 - 0,98) menor *odds* de duração do sono inadequada. Além disso, ter residido em bairros mais pobres em ambos os acompanhamentos esteve mais fortemente associado a duração inadequada do sono do que apenas o local de moradia atual. Ainda nos EUA, estudo realizado com indivíduos a partir de 16 anos, o *odds* de curta duração do sono foi maior naqueles com menor renda (RO: 1.62; IC95%: 1.34–1.94), menor escolaridade (RO: 1.51; IC95%: 1.30–1.75) e de etnia afro-americana (RO: 1.97; IC95%: 1.68–2.30) (49). Na Noruega, um estudo identificou um

padrão de associação semelhante com crianças de famílias que se tornaram pobres apresentando piores desfechos de sono na adolescência (52).

Artigos publicados com dados da coorte de ALSPAC, realizada na Inglaterra, não encontraram associação entre duração do sono e variáveis socioeconômicas. Blair *et al*, constatou que crianças mais pobres dormiam e acordavam mais tarde, mas a duração do sono dessas não foi diferente das demais (51). Já no estudo de Barazzeta *et al*, foi encontrada relação direta entre privação material e problemas de sono. Porém, no que diz respeito especificamente a duração, não houve associação com variáveis socioeconômica (50).

No Brasil, em estudo realizado com crianças entre três e 48 meses, essa relação também não foi encontrada (70). Foi observado que, ao contrário do encontrado em outros países, crianças vindas de famílias com maior renda e que possuíam mãe com maior nível educacional dormiam e acordavam mais tarde, porém a média de duração do sono não foi diferente. Os autores sugerem que futuras pesquisas devem investigar se esse atraso na rotina do sono contribui para o desenvolvimento cognitivo, emocional e comportamental da criança. Além disso, as rotinas de sono dessa população desafiam a compreensão do que seria um padrão ideal de sono, incluindo as diretrizes clínicas em países de alta renda que sugerem que o horário ideal para dormir seria por volta das 20 horas, ou seja, duas horas mais cedo do que o encontrado no Brasil.

Para todos os artigos foram realizados ajustes para variáveis de confusão. Algumas associações diminuíram de magnitude, mas todas se mantiveram. Para esses ajustes foram utilizadas variáveis como características da criança, da mãe e do ambiente, sendo as mais comuns idades, sexo, etnia da criança, escolaridade e idade materna e renda familiar.

A limitação mais citada pelos artigos foi a avaliação subjetiva do sono (em sete artigos), podendo superestimar o número de horas dormidas pelos participantes. A não generalização dos resultados para outras populações também foi citada (três estudos), pois os mesmos foram realizados em populações favorecidas e bastante homogêneas (47,50,71). Quanto às perdas de acompanhamento, essas ocorreram de forma diferencial em dois estudos, sendo que em ambos, os faltantes eram significativamente menos favorecidos economicamente e com menor duração do sono (51,52).

Diante dos resultados expostos acima é possível observar que populações menos favorecidas possuem a tendência de apresentar pior duração do sono. Porém, esse padrão parece estar bem estabelecido apenas para países ricos. Além disso, a privação de sono pode dificultar a capacidade de um adolescente se sair bem na escola e, assim, limitar sua capacidade de atingir um nível educacional mais alto, influenciando em futuras oportunidades no mercado de trabalho. Barazetta *et al*, enfatizam a necessidade de estudar se o sono no início da vida influencia futuras trajetórias econômicas e de saúde, identificando a lacuna na literatura (50).

Quadro 2. Associação entre duração do sono e características socioeconômicas

Autor/ ano revista/ local	População/ Idade/n	Objetivo	Exposições principais	desfecho	Perdas/exclusões	Principais resultados	Observações/ limitações
Sheehan C, <i>et al</i> 2018 Sleep Health EUA	2720 mães e crianças (90.2% da amostra original) 2003 – 2007 (MIHA) – Mães e recém- nascidos. 2012 – 2013 (GROW) → média idade 6, 8 anos	Determinar se histórico de residência em bairro pobre está associada a menor duração do sono de crianças	Nível de pobreza - <i>American Community Survey</i> (ACS) Duas medidas de local de residência (baseline e aos 5-10 anos) (1) viviam em estratos de alta pobreza nos dois pontos do tempo “ <i>High-High</i> ” (referência); (2) viviam em estratos de moderada pobreza nos dois pontos do tempo “ <i>Moderate- Moderate</i> ”; (3) viviam em estratos de baixa pobreza em ambos pontos no tempo “ <i>Low-Low</i> ”; (4) mudaram de um lugar com alto ou moderado histórico de pobreza para lugares menos pobres “ <i>Upwardly mobile</i> ”; (5) mudaram de lugares com menor ou moderado histórico de	Perguntado para mãe duração do sono por noite. Analisada de forma dicotômica (adequada/inadequada) Considerado adequado: 4-5 anos: entre 10 e 13 horas 6-10 anos: entre 9 e 12 horas	229 problemas de endereço 49 mortes da criança ou criança mora com outra pessoa 18 faltas de resposta sobre sono	24,3% duração do sono inadequada. Crianças que viviam em estratos de alta pobreza em ambos pontos no tempo tiveram maior <i>odds</i> de duração do sono inadequada. Histórico de vida em bairro pobre associado mais fortemente com o sono da criança do que apenas a situação de moradia atual.	Única variável que utilizou dados do MIHA foi a localidade da residência. Covariáveis (GROW): Idade, sexo, raça, atividade física, idade materna, eventos estressores vivenciados pela mãe e duração do sono materno, nível educacional, renda anual, estado civil, tipo de moradia. Limitações: duração do sono reportada pela mãe, extrapolação.

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 2)

			pobreza para historicamente altamente pobres <i>long-term poverty</i> .				
Barazzetta M, Ghislandi S 2017 Sleep Inglaterra	ALSPAC, Incluídos nascimentos entre 1991 e 1992 N baseline= 13 978 18, 30, 42, 57, 69 e 115 meses	Investigar os determinantes do padrão de sono em crianças de até 9 anos de idade em uma amostra grande e geograficamente homogênea de crianças e pais britânicos, concentrando-se especialmente no papel dos fatores econômicos e sociais, especificamente na renda	Educação materna Renda familiar por semana (em quartis) aos 3, 4, 7, e 8 anos. Índice de privação material (em termos de qualidade da casa e do bairro – 8 itens). Aos 2, 3, 5, 7 e 10 anos da criança.	Problemas de sono reportados pelo cuidador. Qualidade do sono avaliada por seis perguntas. Duração do sono durante dia e noite. Calculada pela diferença entre a hora de dormir e de acordar mais as horas dormidas durante o dia. Analisada em forma de média. Avaliado aos 18, 30, 42, 57, 69, e 115 meses	Foram estimados modelos separadamente de acordo com 4 faixas de idade infantil: 18 a 30, 24 a 57, 69 e 115 meses. Não contém n de cada acompanhamento	Um item a mais no índice de privação material associado a um aumento de cerca de 10% a 20% no <i>odds</i> de ter pelo menos um problema de sono. Crianças de famílias mais ricas são menos propensas a ter algum problema de sono até os 115 meses (cerca de 20% de redução no <i>odds</i>). Características da mãe (educação e saúde mental na gravidez) também são preditores significativos. Duração do sono não variou muito e não foi sensível a fatores socioeconômicos.	Covariáveis: idade maternal ao nascimento da criança, sexo, etnia, ordem de nascimento, trabalho materno, situação conjugal dos pais, educação paterna, nº moradores, prematuridade, saúde mental da gestação. Limitações: maioria da amostra caucasiana (não generalizável), duração do sono subjetiva.
Walsemann KM, et al	NLSY97 Amostra representativa de indivíduos	Estimar trajetórias de duração do sono por sexo e raça no início da	Idade, raça, sexo, nível educacional, número de horas trabalhadas por semana,	Duração do sono coletada em 2002, 2007/2008, 2009, 2010 e 2011.	Taxa resposta aos 14 anos 82,6%. Exclusão: aqueles com dados faltantes	Duração média do sono diminuiu entre 2002 e 2011.	Limitações: duração do sono auto relatada, não avaliou sono aos finais de

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 2)

2017 Sleep Medicine EUA	nascidos entre 1980-1984 Baseline 1997 Indivíduos entre 18 e 31 anos Acompanhamentos anuais até 2011 N final=8473	vida adulta. Além do papel das experiências educacionais, emprego e relações familiares	número de empregos no ano da pesquisa	"Em uma típica noite da semana, quantas horas de sono você costuma ter?" Respostas entre 0-24 horas	em covariável ou em sono, grávidas no momento da entrevista.	Mulheres relataram menor duração do sono entre os 18 e 22 anos, mas maior duração aos 28. Após os 24 anos pessoas de cor da pele preta reportaram menor duração do sono. Experiências educacionais e características de emprego reduziram as disparidades de gênero e raciais.	semana, duração do sono não contou sonecas, sem informações de saúde mental.
Sivertsen B, <i>et al</i> 2017 Sleep Medicine Noruega	Todos adolescentes nascidos entre 1993 e 1995 Baseline 2004-2010 Acompanhamento 2012 Taxa de participação 53% N=8873	Examinar a associação entre pobreza na infância e sono na adolescência	Renda familiar: 2004 (8-11 anos) a 2010 (14-17 anos) (ajustada para o número de moradores). Pobreza: renda <60% da mediana nacional. Classes de renda familiar: nunca pobre, tornaram-se pobres, entrar na pobreza e sempre pobre.	Sono coletado em 2012 (16-19 anos). Coletado separadamente para dias e finais de semana. Duração do sono foi definida como tempo na cama menos latência Eficiência do sono: duração do sono dividido pelo tempo na cama x100	Exclusão de respostas inválidas 374	Média de idade 17,4 anos em 2012. Duração média do sono em dias de semana 6h25min Eficiência do sono 84.5%. Aqueles que "tornaram-se pobres" foram os que obtiveram piores desfechos de sono.	Covariáveis: Idade, Sexo, Educação materna e paterna, Sintomas depressivos. <i>Latent class analysis</i> foi utilizada para identificar classes de renda. Limitações: não foi possível separar a renda da família da renda do adolescente, não

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 2)

						Grupo sempre pobre não se diferenciou do grupo nunca pobre. Passagem para pior nível socioeconômico pode ser causada por desemprego, saúde dos pais e composição familiar.	foram avaliadas variáveis ambientais, perdas, sono avaliado de forma subjetiva.
Netsi E, <i>et al</i> 2017 Sleep medicine Brasil	Nascidos em 2004 Acompanhamentos: 3,12,24 e 48 meses (aos 3 meses apenas sub-amostra – 903) N=3842	Investigar padrões de sono e características sociodemográficas associadas em uma coorte na cidade de Pelotas	Fatores maternos: cor da pele, idade, tabagismo e álcool pré-natal, educação, renda familiar, paridade Fatores da criança: sexo, idade gestacional, peso ao nascer, complicações neonatais. Fatores ambientais e outros: tipo de parto, parto único/gemelar, amamentação, tempo assistindo tv a noite, outras crianças na residência, se mais velha ou nova do que a criança do estudo	Variáveis de sono coletadas aos 3, 12, 24 e 48 meses. As informações foram coletadas a respeito das últimas duas semanas. Horário de dormir e acordar Duração total de sono a noite. Sonecas diurnas. Duração total sonecas diurnas Tempo total de sono Despertares noturnos Compartilhar cama	Menor taxa de acompanhamento foi aos 48 meses (90%). 309 indivíduos não possuíam informação sobre sono. Maior proporção de mulheres do quintil mais pobre e com menos escolaridade no grupo daqueles sem informação aos 12 meses. Mulheres que do estudo apresentavam	Comparado com crianças de países de alta renda, as crianças dessa coorte acordavam e dormiam mais tarde – aproximadamente 2 horas. Isso se manteve estável nos primeiros 4 anos de vida. Dormir mais tarde esteve associado com maior renda familiar e escolaridade materna. Alta prevalência de compartilhamento e cama principalmente naqueles com menor renda.	Escala de distúrbios do sono utilizada na ALSPAC. Maior prevalência de prematuros entre aqueles sem informação sobre sono. Ajuste para fatores maternos, da criança, ambientais e outros. Limitações: informações de sono por relato materno.

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 2)

				Distúrbios do sono (24 e 48 meses) – sem período específico: pesadelos, sono agitado, dificuldade para dormir, acorda à noite e acorda cedo	maior risco de ser tabagista e ingerir bebida alcoólica durante a gestação.		
Peña M M, et al	Project Viva. Recruta mulheres grávidas. N=1288	Examinar a associação entre raça/etnia e redução do sono desde a infância até a metade da infância e determinar até que ponto os fatores socioeconômicos e explicam as diferenças raciais/étnicas associadas ao sono.	Após 3 anos do parto foi perguntado a mãe “qual das seguintes opções melhor descreve a raça/etnia do seu filho?” Hispanica ou latina, branca ou caucasiana, preto ou afro-americano, asiático, índio americano ou outro.	Redução crônica do sono dos 6 meses aos 7 anos. Mães reportaram duração do sono da criança num período 24h. Duração do sono ajustada por idade. Dos 6 meses aos 2 anos: score foi 0 para < 12 h/dia e 1 for ≥ 12 h/dia; dos 3 aos 4 anos: < 10 h/dia = 0, 10–10.9 h/dia = 1, e ≥ 11 h/dia = 2 dos 5 aos 7 3anos: < 9 h/dia = 0, 9–9.9 h/dia = 1, e ≥ 10 h/dia = 2. Pontuação de 0-13: 0 redução máxima do sono e 13 nunca ter reduzido sono.	Entre as 2128 mulheres que tiveram filho, foram excluídas 840 que não tinham dados de sono no período. Não participantes tinham menor escolaridade e renda, menor percentual de cor da pele branca. Para aqueles que não tinham informação sobre covariáveis foi utilizado imputação de dados.	Pontuação média de redução do sono foi 10,2. Crianças pretas, hispânicas e asiáticas tiveram maior redução. Ajuste para variáveis sociodemográficas atenuaram as diferenças para pretos e hispânicos. Ajuste para variáveis comportamentais e ambientais não mudaram associação. Menor educação materna, menor renda, ver mais tv e ter tv no quarto diminuiu o score.	Covariáveis: idade materna, escolaridade, paridade, renda familiar, estado civil e status de estrangeiro, tabagismo, idade gestacional e peso ao nascer. A partir dos 6 meses: número de horas em que seus filhos assistiram à TV A partir 2 anos: número de horas brincadeiras ativas resultados podem não ser generalizáveis para populações mais desfavorecidas

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 2)

						Relação inversa entre idade materna e duração do sono Resultado semelhante a estudos transversais.	socioeconomicamente.
Blair PS, <i>et al</i> Sleep 2012 Inglaterra	Coorte de nascimentos 1991-1992 (ALSPAC) 8 acompanhamentos N final=4524	Fornecer dados de referência sobre a duração do sono durante toda a infância e explorar as características demográficas associadas ao sono	Educação maternal e paterna (baseline).	Informações sobre sono coletada nos acompanhamentos dos 6, 18, 30, 42, 69, 81, 115, e 140 meses por meio de questionários via postal. Horário que vai para cama e acorda em média num dia de semana. Duração total de sono (sem ponto de corte) Número de despertares noturnos. Entre 6-115 meses despertar frequente → acordar ≥3 ou mais vezes durante a noite.	N=11478 (6 meses). N=7043 (11 anos). Informação sobre duração do sono completa (8 pontos no tempo) n=4524. Perdas eram mais pobres, com mães de menor escolaridade, prematuras, baixo peso.	Duração total do sono passou de, em média, 13,2 horas aos 6 meses para 9,8 horas aos 11 anos. Duração do sono noturna foi constante durante a infância, começando a diminuir a partir dos 9 anos (9,9 – 12,7). Essa variação foi influenciada mais pelo horário de ir para cama do que o horário de levantar. Maior duração do sono para filhos de mães mais novas. Crianças mais pobres vão para cama pouco mais tarde e acordam mais tarde. Crianças de cor não branca dormiram	Limitações: informações sobre sono por relato dos pais, perdas de acompanhamento mais frequentes em algumas populações. Ajuste para variáveis demográficas.

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 2)

						menos (dormem mais tarde e acordam muito mais tarde).	
Stamatakis KA, <i>et al</i>	Alameda County Health and Ways of Living Study	Examinar associação entre curta duração do sono e renda, educação e etnia.	Renda familiar foi coletada originalmente categórica, uma medida contínua foi criada através de imputação de dados – agrupada em quintis (1965)	Em todos os acompanhamentos foi coletado número de horas de sono durante a noite - 6≤, 7, 8, ou 9 ≥.	Taxa de resposta: 1974 (85%, n=4864), 1994 (93%, n=730) 1999 (95%, n=2123), e 50% amostra randômica em 1983 (87%, N=1799).	Curta duração do sono baseline 15.2%. <i>Odds</i> de curta duração foi maior naqueles com menor renda, menor (RO=1,62) escolaridade e etnia afro-americana. O <i>odds</i> entre sono e renda (1,62) reduziu 69% após ajuste para condições de moradia, etnia e educação Já após ajuste para depressão diminuiu 42% e 31% após ajuste para condições crônicas de saúde.	Covariáveis: demográficas, condições de moradia, doenças crônicas, comportamentos, depressão. Limitações: perdas de acompanhamento, sono avaliado de forma subjetiva, não fala sobre outras possíveis limitações que o estudo tem (ex: imputação de dados), dados coletados de forma categórica (escolaridade, horas de sono), não fala sobre o motivo de excluir aqueles que dormiam 9 horas ou mais.
Ann Epidemiol	baseline em 1965		Educação coletada categórica	Após foi dicotomizado em ≤,6 horas e 7,8 horas.			
2007	N= 6928 (16 a 94 anos)		Anos de estudo em 1965 e em 1974 - <12, 12 anos, >12 anos	Aqueles que dormiam mais de 9 horas foram excluídos.			
EUA	Acompanhamentos (1974, 1994, 1999) N 1999=2123		Grupos raciais/étnicos – auto relato – branco, afro-americano, hispânico ou outro.				

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

2.2.2 Duração do sono e desempenho acadêmico/escolaridade/QI

Ao contrário do que foi encontrado para a associação entre duração do sono e características socioeconômicas, os artigos com foco no desempenho acadêmico e ou QI são analisados na mesma direção que a de interesse deste projeto, ou seja, mostram o efeito da duração do sono sobre os desfechos acadêmicos. Foram incluídos nove estudos longitudinais que avaliaram a associação entre duração do sono e desempenho escolar e ou QI. O ano de publicação dos artigos variou entre 2007 e 2016, sendo três publicações de 2013.

Todos os estudos são oriundos de países de renda alta: três são provenientes dos EUA, dois da China, dois do Canadá, um da Holanda e um da Suécia. Quanto à faixa etária dos participantes, oito artigos avaliaram crianças com idade entre dois e nove anos e ou adolescentes entre dez e 17 anos e um incluiu apenas universitários com faixa etária entre 18 e 25 anos. O tamanho de amostra variou entre 166 e 4736 indivíduos em estudos realizados nos EUA e na Suécia, respectivamente. Mais da metade das coortes possuía apenas um acompanhamento, além do baseline (11,14–17,72) e uma continha nove (73). De forma semelhante, o tempo de acompanhamento variou entre um e 10 anos.

A duração do sono foi medida de forma objetiva por dois estudos, sendo os métodos utilizados a polissonografia realizada no domicílio e a actigrafia durante sete noites (14,72). Os outros sete estudos usaram métodos subjetivos como questões sobre quanto tempo passa na cama à noite (11,15–17,63,73,74). Além disso, seis estudos utilizaram pontos de corte, os quais variaram conforme a idade dos participantes (11,14–17,73).

Características ligadas ao desempenho escolar foram os desfechos avaliados com maior frequência, em cinco estudos (11,14,15,65,74), seguida por QI em três (14,16,17), vocabulário em dois estudos (16,71) e função cognitiva em outro (72). Em sete manuscritos foram utilizados testes para avaliação desses desfechos (14–16,63,72,73), enquanto outros autores avaliaram o desempenho acadêmico apenas através do relato do participante sobre reprovações e entendimento do conteúdo ensinado em sala de aula (11,74). No que diz respeito aos resultados, todos os nove artigos encontraram associação, na grande maioria, direta entre duração do sono e desempenho acadêmico e/ou QI. A curta duração foi a exposição mais

frequentemente avaliada (N=8) e exerceu efeito negativo sobre os desfechos em todos os estudos. Já a longa duração do sono apresentou resultados controversos, tendo efeito negativo em um artigo (17) e positivo em dois (63,72) o que pode ser devido às diferentes populações avaliadas e metodologias utilizadas na mensuração tanto dos desfechos, quanto da exposição.

Entre os estudos que avaliaram especificamente crianças, o risco de piores desfechos acadêmicos e cognitivos estiveram associados tanto com a longa quanto com a curta do sono. Na Holanda, Kocevskaja *et al* observaram que, para aqueles que dormiam mais do que o recomendado (11 a 14 horas) aos dois anos, havia 1,77 pontos a menos no QI, em média, aos seis anos comparado aqueles que tinham duração adequada do sono (17). Outro estudo utilizando dados da mesma coorte mostrou que menor performance cognitiva foi mais frequente em crianças com curta duração do sono persistente (41,0%) quando comparadas às que dormiam 10 horas (16,6%) e 11 horas (13,5%) (16).

Para aqueles artigos que avaliaram os participantes da infância até a adolescência, apenas a curta duração do sono apresentou-se como fator de risco. No Canadá, estudo avaliando crianças dos dois aos 10 anos de idade mostrou que, comparadas às crianças que dormiam sempre 11 horas, o *odds* para pior vocabulário foi 2,67 (IC95%: 1,24 – 5,74) para aqueles com curta duração persistente e 1,66 (IC95%: 1,06 – 2,59) para aqueles que dormiam sempre 10 horas (73). Buckhalt *et al*, nos EUA, realizaram estudo com crianças da 3ª série e posterior acompanhamento quando as mesmas estavam na 5ª série e observaram que a maior duração do sono esteve relacionada com aumento da capacidade intelectual (β 0,16, $p < 0,05$), e eficiência cognitiva (β 0,16, $p < 0,05$) (72). Já na China, não foi observado efeito a longo prazo da duração do sono sobre a performance escolar crianças entre seis e 10 anos de idade. O que mostrou impacto sobre o desfecho foi a duração do sono atual, sendo o *odds* de pior desempenho 20% maior para aqueles que dormiam menos de nove horas por dia (RO: 1,20; IC95%: 1,02 – 1,46) (15).

Padrão semelhante foi encontrado nos trabalhos que incluíram adolescentes e/ou adultos. Na Suécia, estudo com indivíduos entre 13 e 17 anos observou que aqueles com curta duração do sono tanto em dias quanto finais de semana foram mais propensos a reprovar em pelo menos uma disciplina, comparado aqueles que dormiam 7-8 horas tanto para o sexo masculino (RO 4,1; IC95%: 2,82–6,1) quanto

para o feminino (RO 5,0; IC95%: 3,5–7,2) (11). Wong *et al* na China avaliaram universitários entre 18 e 25 anos e verificaram que a maior duração do sono em dias da semana esteve correlacionada com melhores notas acadêmicas ($\beta=0,093$, $p=0,018$) (63). Nos EUA, Perfect *et al* observaram que indivíduos com conceito C na escola aos 13 anos de idade dormiam, em média, 30 minutos a menos aos 8,7 anos do que aqueles com A ou B, não alcançando a duração de sono adequada (14).

Todos os artigos realizaram ajuste para fatores de confusão. Variáveis socioeconômicas e demográficas foram utilizadas por todos. Além disso, IMC (Índice de Massa Corporal), amamentação, fumo da mãe durante a gestação também foram utilizadas para ajuste em mais de um manuscrito (16,73).

A avaliação do sono de maneira subjetiva foi a limitação mais citada pelos autores, seguida pela não generalização dos resultados (11,15,16,63,73,74). Kocavska *et al* incluíram em sua amostra apenas crianças holandesas, já Seegers *et al* e Touchette *et al* relatam que a grande maioria de suas amostras eram compostas por pessoas caucasianas, sendo os resultados não extrapoláveis para populações mais heterogêneas (16,17,73). Outra limitação citada pelos artigos foram as perdas de forma diferencial (14,72).

Assim, a relação entre curta duração do sono e piora dos desfechos acadêmicos ou QI parece bem estabelecida na literatura, porém, apenas para países de alta renda, tendo em vista que nenhum estudo realizado em países de baixa ou média renda cumpriu os critérios de inclusão para essa revisão. Além disso, foi possível observar que o impacto exercido pela longa duração do sono merece ser melhor explorado, tendo em vista a discrepância entre os resultados e o menor número de artigos que avaliou essa exposição. Por fim, vale ressaltar que as diferenças entre os pontos de corte e os instrumentos utilizados dificulta a comparabilidade entre os estudos.

Quadro 3. Resultados da busca para associação duração do sono e desempenho escolar/escolaridade/QI

Autor/ ano revista/local	População/idade/n	Objetivo	Exposições principais	Desfecho	Perdas/exclusões	Principais resultados	Observações/Limitações
Kocevska 2016 Journal of Pediatric Psychology Holanda	Generation R Cohort Todos nascimentos entre 2002 – 2006 Baseline=2 anos T1=6 anos Aqueles crianças consideradas holandesas (pai e mãe holandeses) N=3461 (64%) Tinham informação sobre desenvolvimento cognitivo aos 6 anos →N=2800	Explorar a associação entre duração do sono e frequência de despertares com desfechos cognitivos em crianças	Duração do sono e despertares noturnos nos últimos 7 dias aos 24 meses ótimo (11–14 h / 24 h), curta (<11 h / 24 h) e longa s / 24 h). Questionário enviado via postal Baseline da função cognitiva aos 2,5 anos através de questionário administrado aos pais	Inteligência não verbal Compreensão de linguagem	Mantidas apenas crianças holandesas, autores alegaram que os dados sobre compartilhar cama eram heterogêneos entre os grupos étnicos. Crianças com problemas comportamentais menos propensas a participar do estudo aos 18 meses. Não respondentes: mães mais jovens, menor educação, fumo durante a gestação.	Duração média do sono 13h (aos 24 meses). Sem evidência de associação linear entre duração do sono Crianças que dormiram mais aos 2 anos tiveram 1,77 pontos menos de QI e 2% escores de compreensão aos 6 anos do que aqueles que dormiram dentro do intervalo recomendado de 11-14 horas. Aqueles que dormiram menos que o recomendado não obteve diferença significativa. Crianças que dormiam mais durante a noite tiveram menor escore na compreensão de linguagem. Despertares frequentes (>3 por noite) foi associado a menor inteligência não verbal.	Covariáveis: Características da criança, características socioeconômicas, demográficas maternas Limitações: Grupo com curta duração do sono pequeno pode não ter tipo poder, restrição – não pode ser generalizável para outros grupos étnicos.

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 3)

Seegers V, et al J. Sleep. Resp 2016 Canadá	Quebec Longitudinal Study of Child Development (QLSCD) Baseline= 1997 crianças com 5 meses de idade N=1192 Acompanhamentos: 5 durante a pré-escola: 5 meses, 1.5, 2.5, 3.5 e 4 anos 5 durante o primário 5, 6, 7, 8 e 10 anos	Examinar se a curta duração do sono está associada a pobre vocabulário aos 10 anos de idade.	Duração do sono foi coletada aos 2.5, 3.5, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 anos Curta duração: <10 horas por noite -Self-Administered Questionnaire for the Mother (SAQM). Sonolência diurna aos 2,5 anos Tempo na cama nos dias e finais de semana aos 6 anos	Peabody Picture Vocabulary Test—Revised (PPVT-R) (vocabulário receptivo) – aos 4 e aos 10 anos considerado baixa performance se 1DP abaixo da média	Dentre as 2223 crianças com 5 meses incluídas no estudo, apenas 53,4% (1192) tinham tanto informação de sono e de linguagem aos 10 anos Não fala sobre características das perdas	4 trajetórias de duração do sono: curta duração do sono persistente (6,0%), aumentaram duração (3.9%), 10-h (52.7%) e 11-h (37.3%). Trajetória de sono e baixa performance no PPVT associados aos 10 anos. Após ajustes, comparado com aqueles que dormiam 11h, a RO para pior PPVT aos 10 anos foi 2.67 [95%CI: 1.24–5.74] para aqueles com curta duração do sono persistente e 1.66 (95% CI: 1.06–2.59) para os que dormiam 10-h	Critérios de inclusão: Ter o PPVT-R e pelo menos duas medidas de duração do sono (2,5 e 10 anos) Covariáveis: Sexo, amamentação, fumo materno durante a gestação, status imigração da mãe, renda dos pais, educação dos pais Limitações: resultados não generalizáveis, duração do sono medida de forma subjetiva, informação reportada pela mãe, não fala sobre perdas.
Titova OE, et al Sleep Medicine	Life and Health Young Survey 2005 – 2011 Adolescents 13 – 17 anos N=4736	Examinar associações de distúrbios do sono auto relatados e curta duração do sono com o risco de reprovação acadêmica.	Distúrbios do sono (nos últimos 3 meses): problemas dificuldade em adormecer/dormir; tem pesadelos? Duração do sono: (dia de semana/final de semana): <5 horas, 5 a 6 horas, 7 a 8 horas, 9	Reprovação acadêmica: Você reprovou em alguma matéria durante o ano letivo? 0, 1-2, 3-4, 5 ou mais. Após foi dicotomizada em nenhuma e	Amostra inicial era 39399 15094 não tinham informação sobre duração do sono.	30% da amostra apresentou problemas de sono. Adolescentes com distúrbios do sono tiveram mais chance de reprovação acadêmica (RO: meninos, 1.68; meninas 2.05).	Covariáveis: etnia dos pais, composição familiar, emprego dos pais, escola urbana ou rural, imc. Limitações: Em 2005 não foi perguntado sobre estrutura familiar, duração do

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 3)

2015			a 10 horas ou >10 horas. 7-8h considerado adequado Após: >7 horas em dias úteis e final de semana; sono reduzido no final de semana; sono reduzido ?nos dias úteis; e sono reduzido nos dois.	pelo menos uma vez		Adolescentes com curta duração do sono tanto em dias quanto finais de semana foram mais propensos a reprovar em pelo menos uma disciplina, comparado aqueles que dormiam 7-8 horas (RO meninos, 4.1; meninas, 5.0)	sono apenas em 2011, duração do sono coletada categórica, distúrbios e duração do sono auto referido. Ponto de corte para duração do sono entre 12 e 17 anos é 9h (US Sleep Foundation), porém apenas 8% da amostra alcançou esse número, por isso não foi usado.
Perfect M M, et al Psychology in the Schools 2014 EUA	Realizado na maior escola de um distrito no sudoeste do Arizona. Baseline: crianças (média 8,7 anos) n=503 Acompanhamento 5 anos depois (média 13 anos) N=348 N final= 263	Determinar se problemas de sono atuais ou a longo prazo são precursores do desempenho escolar, notas e fatores comportamentais	Polissonografia realizada no domicílio. Questões respondidas pelos adolescentes e seus pais: -Questionário SHQ -Duração do sono (hora que vai pra cama e horário que acorda). em dias de semana e finais de semana (ponto de corte 9h) Sonolência excessiva diurna Dificuldade de	Quão bem o seu filho vai na escola? (t1) ≥B (opções 1–3) ≤C ou menos QI: The Wechsler Abbreviated Scale 3 escores: Escala de QI total, QI verbal, e QI de desempenho	Taxa de acompanhamento 52,3%. Incluídos aqueles com dados PSG, SHQ em baseline e t1. Não houve diferença sobre sexo, idade, IMC ou variáveis de sono. Participantes incluídos eram mais novos e com maior QI	Adolescentes dormiam, em média, 8,9 horas. Mais de dois terços dos adolescentes dormiam <9 horas em dias de semana. Aqueles com nota C ou menos dormiam 30 minutos menos (não alcançando as 9 horas recomendadas). Aqueles com menor duração do sono apresentavam maior prevalência de ansiedade e sintomas depressivos.	Covariáveis: Raça/etnia, renda, escolaridade e imc Limitações: perdas diferentes em etnia, QI e idade. Escalas de performance acadêmica e psicossocial avaliadas apenas no segundo ano. Não mensurou várias noites.

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 3)

			iniciar e/ou manter o sono.				
Wong ML, <i>et al</i> Journal of Psychosomatic Research 2013 China	Sub-estudo Universitários 18 – 25 anos Conduzido por dois semestres (2010-2011) Hong Kong e Macau N=1195 em baseline N=1006 em t1 N=930 em t2	Avaliar como a duração e a qualidade do sono podem estar associadas às funções diurnas, incluindo saúde física, saúde psicológica, e funcionamento acadêmico.	<i>The Sleep Timing Questionnaire</i> (STQ) <i>Pittsburgh Sleep Quality Index</i> (PSQI) Duração do sono coletada para dias e finais de semana Não apresentou ponto de corte	Desempenho acadêmico: notas. Escala de 11 pontos (1=F 11=A/A+ <i>College</i> <i>Study effort</i> → <i>Student Expectations Questionnaire</i> , CSEQ.	Taxa de acompanhamento (84,2%) em t1 e 77,8% em t2.	Média de idade 21,7 anos. Duração do sono, distúrbios do sono e disfunção diurna mais fortemente associado a notas escolares. Enquanto <i>Study effort</i> foi predito por eficiência do sono. Humor foi mediador na associação entre sono e função diurna. Maior duração do sono em dias de escola previu diretamente maior nota.	Questionários online SEM Limitações: informações sobre sono auto relatadas. Pode não ter capturado interrelações, é possível que o humor possa moderar associação entre sono e função diurna.
Li S, <i>et al</i> PLOS ONE 2013 China	Transversal Intervenção Longitudinal → amostra de crianças da primeira série do estudo transversal (realizado em 8 cidades chinesas) (média no baseline 6,8 – t1 10,8 anos)	Conhecer os padrões de sono, na associação longitudinal entre sono e desempenho escolar	Comportamentos de sono: 36 itens respondido pelos pais. <i>Children's Sleep Habits Questionnaire</i> (CSHQ): hora de dormir, acordar morning wake time, e duração total do sono uma semana "típica" ponto de corte: <9h	The teacher school achievement form (TSAF): de acordo com o professor 4 subscales: atenção/concentração, interesse/motiva	Não fala sobre características das perdas	Meninos Média duração do sono: baseline 9,66 e t1 9,0. % curta duração do sono: 7,49(baseline) → 48,9 (t1) Meninas: Média duração do sono baseline 9,67 e t1 9,07. % curta duração do sono: 8,0 (baseline) → 34,1 (t1).	Covariáveis: idade, sexo, IMC, renda familiar, estrutura familiar, educação dos pais. Limitações: Auto relato duração do sono, não avaliou longa duração do sono, não tem informação de performance escolar

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 3)

	N baseline=818 N t1: 612		curta duração do sono (percentil 25)	ção, realização escolar e relação escolar. escala Likert 1-5 Maior escore, pior		Curta duração do sono (baseline) não esteve associado a performance escolar (t1). A duração do sono (t1) é que teve efeito sobre o desfecho (t1). Dormir <9 horas 1.20 (1.02–1.46) mais chance de pior desempenho. Sonolência diurna foi mais fortemente associado a performance acadêmica do que duração do sono.	no baseline, apenas dois pontos no tempo, não inclui QI (possível confundidor), apenas duração do sono e sonolência diurna.
Guillen, <i>et al</i> Child Development, 2013 EUA	Estudantes da 9º (baseline), 10º (t1) e 12º (t2) series de 3 escolas de Los Angeles N=535 média 14,8 anos em baseline	Examinar como as variações noturnas nas horas de estudo e o tempo de sono estão associados a problemas acadêmicos no dia seguinte.	Checklist feito por 14 dias. Deveriam ser preenchidos à noite antes de ir para cama “Quantas horas você dormiu na noite passada”. Utilizado apenas dias de escola para análise. Não utiliza ponto de corte.	Problemas acadêmicos: 2 itens preenchidos diariamente durante 14 dias: “não entendeu algo ensinado em aula?” e “foi mal em um teste, ou lição de casa”	Em 2 escolas: todos os estudantes das séries de interesse. Uma escola era muito grande, assim, metade da turma foi convidada. Aqueles que não foram encontrados em t1 e/ou t2 foram contatados por correio. Analisado quem respondeu pelo menos 7 de	Tempo de estudo permaneceu constante. Tempo de sono decresceu, em média, 41 minutos entre a 9º e 12º séries e a frequência de problemas acadêmicos também diminuiu. Resultado de mediação sugere que o sono reduzido que tende a ocorrer em noites de estudo extra é o que explica o aumento de problemas acadêmicos que ocorre no dia seguinte.	Duas escolas baixa-média renda e uma alta-média renda. Ajuda de custo. Covariáveis: status socioeconômico (educação parental + ocupação parental) Limitações: mediu apenas duas das muitas atividades que demandam tempo dos adolescentes, mediu apenas tempo de sono

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 3)

					recordatório e em pelo menos 2 anos.		e estudo e não a qualidade, auto relato.
Buckhalt JA, <i>et al</i> Child Development 2009 EUA	N baseline=166 (média 8,7 anos – 3ª série) N t1=132 (média 10,8 anos – 5ª série)	examinar a relação entre sono e funcionamento cognitivo e o desempenho acadêmico, tanto transversal quanto longitudinalmente. examinar o papel da raça / etnia e várias facetas da SES como moderadores.	School Sleep Habits Survey (baseline e t1) Sleepiness Scale (9 itens) Sleep/Wake Problems Scale (10 itens) Actigrafia em baseline e t1 por 7 noites	MJ III – função cognitiva (Compreensão, Formação de Conceitos, Correspondência Visual, Números Invertidos, Memória de Trabalho Auditiva e Velocidade de Decisão)	Incluído 66% dos indivíduos <i>baseline</i> (N = 166) Taxa de acompanhamento 80%. Perdas tiveram menor escore em teste cognitivo em baseline, menor NSE, educação materna	Duração média do sono em baseline: 7h21min e em t1: 7h24min (abaixo da recomendação - National Sleep Foundation's). Sono relacionado com performance acadêmica. Maior nível socioeconômico (renda, educação materna/paterna) maior performance acadêmica. Maior duração, melhor qualidade (no baseline e t1), melhor performance. Sonolência, problemas de sono (no baseline e t1) → pior performance.	Critérios de inclusão: sem doença física crônica ou aguda, TDAH, incapacidade de aprendizado, retardo mental ou história de um problema de sono diagnosticado. Covariáveis: idade, raça, gênero, renda familiar, educação materna e paterna Limitações: dados coletados de uma escola pública, perdas com características diferentes
Touchette E, <i>et al</i> Sleep	Quebec Longitudinal Study of Child Development. baseline (aos 5 meses)	Investigar as associações entre padrões de duração do sono e comportamentos e função cognitiva	Duração do sono aos 2.5, 3.5, 4, 5, and 6 anos - <i>Self-Administered Questionnaire for the Mother</i> (SAQM).	PPVT-R (vocabulário receptivo) aos 5 anos. Wechsler Intelligence	Taxa de acompanhamento : 67.1% (não apresenta diferenças entre perdas e	Curta duração do sono persistente (6,0%), aumentaram duração (4,8%), 10-h (50,3%) e 11-h (38,9%). Menor performance no PPVT-R foi mais frequente	Incluiu crianças com problemas de comportamento (déficit de atenção, hiperatividade).

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

(Continuação Quadro 3)

2007 Canadá	N= 2,223 families T1= aos 6 anos N= n=1,492	no início da vida escolar.	Sonolência diurna aos 2,5 anos Tempo na cama nos dias e finais de semana aos 6 anos. Curta duração: <10 horas por noite	Scale for Children (WISC-III) – Block design aos 6 anos (para avaliar inteligência não verbal. Baixa performance → 1 DP abaixo da média.	indivíduos acompanhados)	nas crianças com curta duração do sono persistente (41.0%) comparado as que dormiam 10h (16.6%) e 11h (13.5%). Mais crianças com menor performance no Block estavam no grupo que tinha curta duração passou a dormir mais (41.2%) do que as que dormiam 10h (17.3%) ou 11h (21.3%). Baixa escolaridade dos pais reduziu em dobro a probabilidade de alta performance no PPVT-R. Redução de 1 hora de sono pode afetar a performance. Curta duração multiplicou por 3,1 o risco de baixa performance no PPVT-R.	Covariáveis: sexo, baixo peso ao nascer, amamentação, fumo materno na gestação, imigração materna, idade materna, educação dos pais, renda, sonecas aos 2,5 anos, hiperatividade e falta de atenção aos 17 meses Limitações: sono medido de forma subjetiva, resultados podem não ser generalizáveis (grande maioria da amostra caucasiana).
--------------------	---	----------------------------	---	---	--------------------------	--	---

T1: Acompanhamento 1; T2: Acompanhamento 2

3. JUSTIFICATIVA

É de amplo conhecimento que o sono desempenha papel indispensável na manutenção da saúde física e mental dos indivíduos, o que o torna de grande importância à saúde pública (23). Mudanças na duração do sono no sentido de deixar de apresentar uma duração adequada para a idade estão associadas ao aumento no risco de desfechos negativos à saúde, como obesidade, diabetes, problemas cognitivos e até mesmo mortalidade (28,42,75).

Adolescentes, frequentemente, apresentam duração do sono inadequada, fato este preocupante, tendo-se em vista a importância dessa função no desenvolvimento físico e mental durante essa etapa da vida (8,11,52,72). Estudo na Suécia observou que 30% dos adolescentes apresentava problemas no sono (11). Nos EUA, Burkhardt *et al* observaram que adolescentes com média idade de 10,8 anos dormiam, em média, apenas 7h21min por noite, menos que o considerado adequado pela *National Sleep Foundation's* (9-10 horas) (72). Também nos EUA, dois terços dos adolescentes tinham duração do sono insuficiente em dias de semana (<9 horas) (14). No Brasil, entre aqueles com 18 anos, mais de um terço apresentou duração do sono inadequada (<8 horas). (8)

São crescentes as evidências que o sono tem efeitos benéficos na atenção, comportamento e desempenho acadêmico. Contudo, muitas das pesquisas realizadas com crianças e adolescentes incluem apenas indivíduos que sofrem de distúrbios respiratórios do sono, condição clínica o que potencialmente pode ocasionar déficits no funcionamento neuropsicológico (76). Estudos conduzidos com populações saudáveis mostram efeitos deletérios da duração do sono inadequada sobre o desempenho cognitivo, porém a maioria desses possui delineamento transversal e/ou foi realizado em países ricos e seus resultados não podem ser generalizados para populações mais heterogêneas. Estudo de coorte realizado no Brasil encontrou evidências de que as rotinas de sono de crianças brasileiras são substancialmente diferentes em comparação com dados publicados na Europa e nos EUA (70). Além disso, o possível impacto que a duração do sono pode exercer sob o futuro nível de escolaridade e subsequente renda do indivíduo, ou seja, no acúmulo de capital humano, ainda não está esclarecido na literatura.

Frente a esse cenário, a literatura existente sobre os padrões de sono ao longo do ciclo vital, principalmente em países de baixa e média renda, é insuficiente. Assim como há a falta de evidências sobre o possível efeito da duração do sono sobre o capital humano. Diante disso, a avaliação longitudinal dos padrões de sono da adolescência a vida adulta e a caracterização desses indivíduos, assim como a possível relação da duração do sono com o nível de escolaridade, QI e renda em uma coorte de nascimentos no Brasil, pode ajudar a preencher algumas lacunas da literatura, apontadas anteriormente.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivos gerais

- Avaliar os padrões de duração do sono entre aos 11, 18 e 22 anos de idade, na coorte de nascidos vivos em 1993, Pelotas-RS.
- Avaliar a relação entre duração inadequada do sono, ao longo da adolescência com o capital humano no início da vida adulta.

4.2 Objetivos específicos

- Descrever a duração do sono aos 11, 18 e 22 anos de idade.
- Estabelecer padrões de duração de sono e relacioná-los com variáveis demográficas e socioeconômicas coletadas no perinatal e aos 11 anos.
- Verificar a associação entre padrões de sono da adolescência até o início da vida adulta e o capital humano aos 22 anos.

5. HIPÓTESES

- Serão identificados pelo menos três padrões de sono: sempre adequado, sempre inadequado e variável, aos 11, 18 e 22 anos.
- A duração média do sono diminuirá entre os 11 e os 22 anos. A prevalência de curta duração do sono, de acordo com a *National Sleep Foundation*, será mais de 50% aos 22 anos.
- Indivíduos mais pobres, de cor da pele preta, com mães com menor escolaridade, e do sexo masculino comporão, em maior proporção, o padrão de duração inadequada do sono.
- Padrões de duração inadequada estarão relacionados com pior capital humano.

6. MÉTODOS

6.1 Delineamento

Este projeto será desenvolvido com dados provenientes da Coorte de Nascidos Vivos de Pelotas, 1993. Este estudo possui delineamento longitudinal, o qual permitirá avaliar, de forma prospectiva, as mudanças nos padrões de sono entre a adolescência e início da vida adulta e a influência que esses podem ter sobre o capital humano.

6.2 Coorte de Nascimentos de 1993

A população alvo da coorte de 1993 foram todos os nascidos vivos em hospitais de Pelotas no período entre 1º de janeiro de 1993 e 31 de dezembro de 1993, filhos de mães que residiam na zona urbana do município (n=5.265). As perdas e recusas no *baseline* foram de apenas 16 mães, totalizando uma amostra de 5.249 participantes.

Na Figura 4 é apresentada uma descrição de todos os acompanhamentos realizados, assim como a taxa de acompanhamento em cada um deles. Acompanhamentos com todos os membros da coorte foram realizados quando estes tinham 11, 15, 18 e 22 anos, além disso acompanhamentos em subamostras foram

realizados quando os participantes tinham um, três, seis, 12 e 48 meses, além de nove e 12 - 13 anos.

Aspectos familiares, informações demográficas, socioeconômicas, comportamentais e relacionadas ao estado de saúde do participante e de sua mãe foram coletadas durante os acompanhamentos. Mais detalhes são encontrados em publicações metodológicas específicas (77–79).

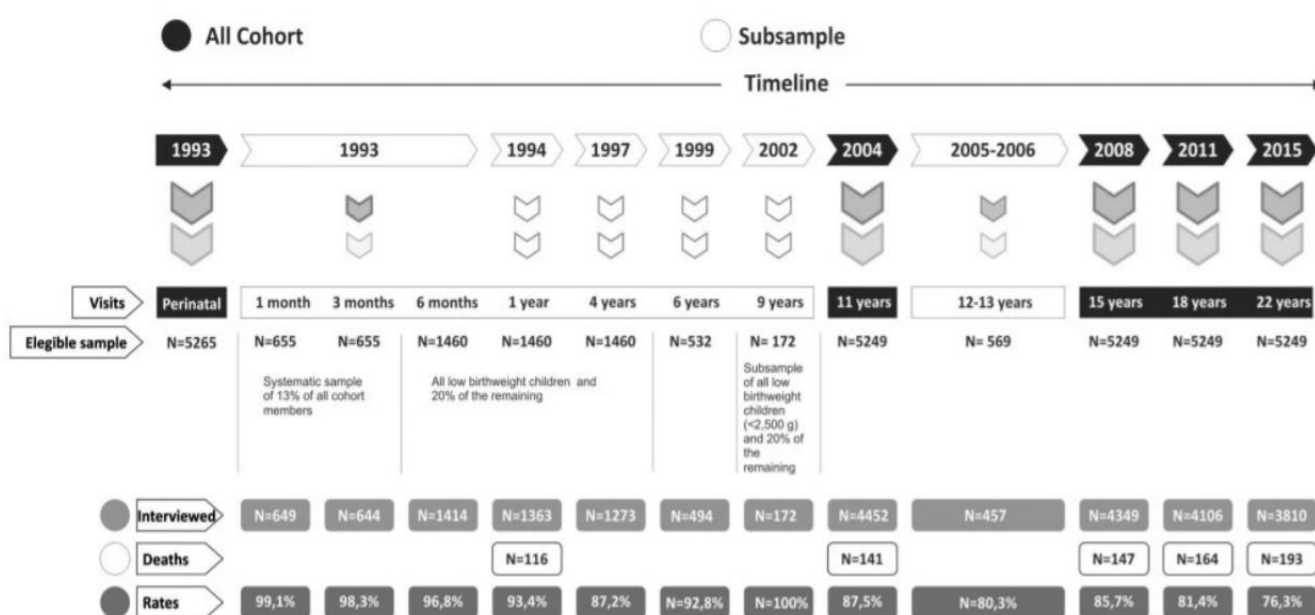


Figura 4. Descrição dos acompanhamentos. Coorte de Nascimentos de Pelotas, 1993. Extraída de Gonçalves, 2017(78).

6.3 População alvo

Indivíduos nascidos na zona urbana da cidade de Pelotas no ano de 1993, pertencentes à Coorte de Nascimentos de 1993, Pelotas, RS.

6.4 Critério de inclusão

Participantes da Coorte de 1993, vivos e que apresentavam dados sobre duração do sono aos 11, 18 e 22 anos.

6.5 Critérios de exclusão

Indivíduos que não responderam sozinhos ao questionário devido à alguma limitação intelectual em qualquer uma das idades acompanhadas.

6.6 Definição operacional dos desfechos

➤ Renda

Serão incluídos como indicadores de renda aos 22 anos: a renda familiar, a renda do indivíduo (caso o mesmo possua), os bens e o número de pessoas que moram no domicílio.

A renda da família só será incluída caso o participante ainda more com a mesma. Sua avaliação será através do somatório da renda de cada membro da família expresso em reais, no mês anterior à entrevista. A renda do indivíduo também será expressa em reais e referente ao último mês. Quanto ao índice de bens, esse será baseado em análise de componentes principais, utilizando os bens e posses do domicílio que o membro da coorte reside.

➤ Escolaridade

A escolaridade do indivíduo será avaliada em anos completos de estudo aos 22 anos. Caso o mesmo ainda esteja estudando será considerado o último ano completo.

➤ Quociente de inteligência (QI)

O QI foi avaliado através do *Wechsler's Intelligence Scales for Adults* (WAIS-III), versão adaptada para a população brasileira (80), no acompanhamento dos 18 anos, aplicado por psicólogas devidamente treinadas. Tendo em vista o grau de estabilidade do QI o resultado encontrado aos 18 anos será imputado para os 22 anos (81).

A escala WAIS-III é indicada para pessoas com idades entre 16 e 89 anos. A escala é composta de 14 sub testes, estando agrupados em dois conjuntos (QI verbal e QI de execução), com sete sub testes cada. O QI verbal incluiu os sub testes vocabulário, semelhanças, aritmética, dígitos, informação, compreensão e sequência de números e letras e o QI de execução incluiu os sub testes completar figuras, códigos, cubos, raciocínio matricial, arranjo de figuras, procurar símbolos e armar

objetos (82). Sua avaliação será feita através da média geral obtida pelo indivíduo e padronizado pela população brasileira.

6.7 Definição operacional da exposição

A informação sobre o horário de dormir e de acordar, em dias de semana, foi coletada nos acompanhamentos dos 11, 18 e 22 anos. Em todos acompanhamentos foram utilizadas as mesmas duas perguntas: “Geralmente, que horas tu dormes em um dia de semana sem ser sábado e domingo?” e “Geralmente, que horas tu acordas em um dia de semana sem ser sábado e domingo?”. As respostas foram obtidas em horas e minutos e a duração do sono será calculada como a diferença entre o horário habitual acordar e dormir. A duração do sono será avaliada tanto de forma contínua quanto sua curta e longa duração, categorizada de acordo com pontos de corte por idade definidos pelo *National Sleep Foundation* (83). Além de ser uma recomendação atual baseada em evidências, foi também utilizada como referência para o ensaio clínico sobre sono realizado com amostra da Coorte de 2015 também na cidade de Pelotas. Para aqueles com 11 anos de idade o recomendado fica entre 9 a 11 horas de sono por noite. Já para aqueles com 18 e 22 anos o ideal é dormir entre 7 a 9 horas.

6.8 Covariáveis

Além das principais variáveis em estudo apresentadas anteriormente, serão utilizadas variáveis que foram coletadas ao longo dos acompanhamentos da coorte, para fins de descrição da amostra e como variáveis de ajuste para fatores de confusão.

Algumas características socioeconômicas e demográficas são amplamente descritas na literatura como fatores de risco para ocorrência de problemas no sono. Em estudos internacionais, o nível de educação dos pais e a renda familiar são frequentemente utilizados para determinar o nível socioeconômico dos adolescentes (39). Em geral, minorias raciais e indivíduos socioeconomicamente desfavorecidos são os mais propensos a relatar tanto longa quanto curta duração do sono (84). O mecanismo pelo qual o baixo nível socioeconômico se traduzirá em piores padrões de sono ainda precisa ser identificado com mais clareza (85,86). Comportamentos e

conflitos familiares podem representar uma das explicações (87). Eventos estressores como conflitos conjugais e a violência, tipicamente associados com baixo nível socioeconômico, aumentam a insegurança das crianças na idade escolar e alteram seus padrões de sono (88). Além disso, segundo Jarrin *et al*, famílias mais pobres moram em localidades mais barulhentas, possuem maior número de pessoas dormindo no mesmo quarto e menos conhecimento sobre a higiene do sono (89).

Evidências sugerem que pessoas de cor da pele branca tendem a dormir mais que de outras cores da pele (84). Contudo a magnitude dessa associação parece diminuir após controle para características socioeconômicas, demográficas e de saúde, sugerindo que esse efeito é provavelmente de caráter social, podendo ser reflexo de discriminação racial, de pior nível econômico, de educação e de acesso a serviços (24,82,90,91).

Nos EUA, Johnson & Schoeni observaram que possuir recursos parentais limitados ao nascer (incluindo baixa renda, falta de plano de saúde e gravidez indesejada) interferiram no desenvolvimento cognitivo na infância, reduziu o nível educacional e levou a piores resultados no mercado de trabalho durante a idade adulta (92). Além disso, outros eventos da primeira infância parecem ter influência sobre o acúmulo de capital humano. O baixo peso ao nascer mostrou-se associado a maior probabilidade de abandonar o ensino médio e de participar menos do mercado de trabalho (92). Já no estudo de Victora *et al*, aqueles indivíduos amamentados por 12 meses ou mais tiveram melhor desempenho em testes de inteligência, aumento do nível educacional e da renda na vida adulta (79).

Comportamentos desenvolvidos durante a adolescência também devem ser considerados. Diversos estudos mostram que o consumo de álcool, tabaco e drogas parecem estar associados à ocorrência de evasão escolar (93–95). Esses comportamentos apresentam uma relação bidirecional com a duração do sono. Tem sido sugerido que níveis reduzidos de sono possam levar a menor inibição e/ou má regulação emocional, o que pode ocasionar em maior risco do uso de substâncias (65). Por outro lado, o consumo de álcool, tabaco ou outras drogas podem alterar o padrão do sono, estimulando a liberação de neurotransmissores como a dopamina e a serotonina, que podem resultar em perturbações do sono (23). Outra possibilidade seria que os jovens que se envolvem no uso de substâncias podem ter maiores níveis de preocupação e estresse que podem, por sua vez, levar à redução do tempo de

sono (97). A inatividade física, o tempo de tela elevado e a obesidade são fatores de risco para problemas de sono que tendem a ocorrer de forma concomitante. Vioque *et al* observaram que adultos obesos passam mais tempo assistindo televisão, menos tempo dormindo e são menos ativos do que aqueles não obesos (98). Lee *et al* e Santos *et al*, reportaram associações semelhantes, nas quais crianças que cumpriram as recomendações dos *guidelines* de atividade física e sono apresentaram menor tempo de tela (34,99). Além disso, alguns autores reportaram que crianças que cumprem as recomendações quanto ao tempo de tela apresentam melhor desempenho cognitivo social do que aquelas que não cumprem essa recomendação (100).

Van Dyk *et al* sugerem que o sono é um constructo essencial na avaliação da saúde mental, já que adolescentes em tratamento apresentaram duração insuficiente e/ou de má qualidade do sono (101). Contudo, os autores salientam que essa associação pode ser bidirecional, no qual jovens com problemas emocionais e comportamentais podem estar sob maior risco de exacerbação dos sintomas de saúde mental devido à curta duração e/ou má qualidade do sono. Portanto, as alterações no sono podem ocorrer antes, nos seus primeiros estágios, ou ainda ser um sintoma residual do episódio depressivo ou de algum problema de saúde mental não responsivo ao tratamento (102).

Variáveis como o uso de medicamentos para dormir e ter filhos pequenos também têm influência no sono e podem afetar os resultados se não forem levados e conta nos ajustes.

Quadro 4. Variáveis incluídas para fins de descrição da amostra e/ou como variáveis de ajuste para fatores de confusão

Variável	Descrição	Acompanhamento
Sexo	Feminino/masculino	Perinatal
Peso ao nascer	Em gramas	Perinatal
Amamentação	Tempo que foi amamentado(a) em meses	Perinatal
Idade materna	Em anos completos	Perinatal
Escolaridade materna	Em anos de estudo	Perinatal
Estado civil materno	Mora com companheiro/não mora com companheiro	Perinatal
Saúde mental materna	SRQ (<i>Self-Reporting Questionnaire</i>)	Perinatal
Cor da pele	Branca/preta/parda/amarela/indígena	11 anos
Tempo de tela	Tempo de televisão, <i>videogames</i> , computador	11 anos

Tabagismo	Fumo atual, fumo no passado, idade que começou a fumar, frequência de fumo, quantidade de fumo por dia	11 anos
Consumo de álcool	Frequência, doses e dependência	11 anos
Drogas	Frequência do consumo de drogas	11 anos
Saúde mental	SDQ (Strengths and Difficulties Questionnaire)	11 anos
Atividade física	Lista de atividades físicas	11 anos
Composição corporal	Índice de massa corporal (IMC)	11 anos
Medicamentos para dormir	Uso de medicamento para dormir	18 anos
Participante trabalha	Sim/não	18, 22 anos
Tem filho(s)	Sim/não	18, 22 anos
Mora sozinho	Sim/não	18, 22 anos

6.9 Cálculo de tamanho de amostra

Tendo em vista que o projeto será baseado em dados já coletados de uma coorte fechada, não será realizado cálculo de tamanho amostral. No acompanhamento de 22 anos da coorte de 1993, foram avaliados 3810 indivíduos. Já aos 11, 15 e 18 anos foram avaliados 4425, 4349 e 4106 indivíduos, respectivamente.

6.10 Metodologias específicas por artigo

6.10.1 Artigo de revisão sistemática

Será realizada uma revisão sistemática por pares sobre a associação entre duração do sono e características socioeconômicas, desempenho escolar e QI. Serão incluídos estudos observacionais e experimentais. As bases a serem procuradas serão *Pubmed*, *Web of Science*, *Scopus* e *Socindex*. A chave de busca será realizada a partir da procura por descritores em ciências da saúde (DeCS). Poderão ser utilizados ajustes nos sistemas de buscas das bases de dados, em virtude de as mesmas possuírem suas particularidades. Serão extraídas informações sobre instrumentos para coleta de exposição e desfecho, país,

tamanho de amostra, idade dos participantes, perdas/exclusões, limitações e principais resultados.

Existe a possibilidade de avaliar o efeito agrupado, caso os resultados sejam comparáveis. Em concretizada esta possibilidade, será realizada meta-análise com modelo fixo ou randômico, a depender dos achados dos artigos incluídos na revisão.

6.10.2 Artigo original 1 – análises

No artigo descritivo da tese serão avaliadas as trajetórias de duração do sono entre aos 11, 18 e 22 anos de acordo com variáveis demográficas, socioeconômicas, e comportamentais coletadas no perinatal e aos 11 anos.

Será, primeiramente, feita descrição das variáveis através das frequências brutas e relativas. As variáveis categóricas serão apresentadas por meio de prevalências e seus respectivos intervalos de confiança 95% (IC95%). As variáveis contínuas serão descritas por meio de média e desvio padrão, quando tiverem distribuição normal, e mediana e intervalo interquartil, quando a distribuição for assimétrica.

Os padrões de sono serão testados por modelos lineares generalizados, para estabelecer trajetórias baseadas em grupos. Entretanto, o número de grupos depende da adequação do modelo estatístico.

6.10.3 Artigo original 2 – análises

O artigo analítico testará a associação entre padrões de sono (estabelecidos no artigo 1) e capital humano, representado pelo QI, nível de escolaridade e renda.

Primeiramente serão avaliadas as distribuições e apresentadas as frequências absolutas e relativas dos desfechos. Associações bivariadas serão testadas através do teste de qui-quadrado ou Mann-Whitney e por regressões lineares generalizadas, dependendo da natureza dos desfechos. Os três desfechos serão testados de maneira contínua e categórica, sendo apresentados sob a forma que melhor expressar os resultados e em relação a um melhor entendimento por parte dos futuros leitores da tese.

Para as análises bruta e ajustada serão utilizadas regressão linear, regressão logística e/ou regressão logística ordinal. Ainda, poderá ser utilizado modelos de

medidas repetidas como *Generalized Estimation Equations* (GEE) ou modelos de equações estruturais. As análises ajustadas seguirão o modelo de análise proposto no item 6.11 deste projeto (Figura 4).

6.11 Modelo de análise

A Figura 4 apresenta de forma visual o conjunto de variáveis envolvidos na associação entre sono e capital humano e, que estão disponíveis para utilização nas análises. A exposição principal é a trajetória de duração do sono aos 11, 18 e aos 22 anos. O desfecho, capital humano, será representado pelo QI, nível de escolaridade e renda aos 22 anos.

Além disso, foram incluídas variáveis do perinatal (renda familiar, peso ao nascer, amamentação, escolaridade e idade materna) e do acompanhamento dos 11 anos (renda familiar, cor da pele, tempo de tela, número de moradores no domicílio, atividade física, saúde mental, tabagismo, consumo de álcool, uso de drogas, composição corporal e presença de filhos).

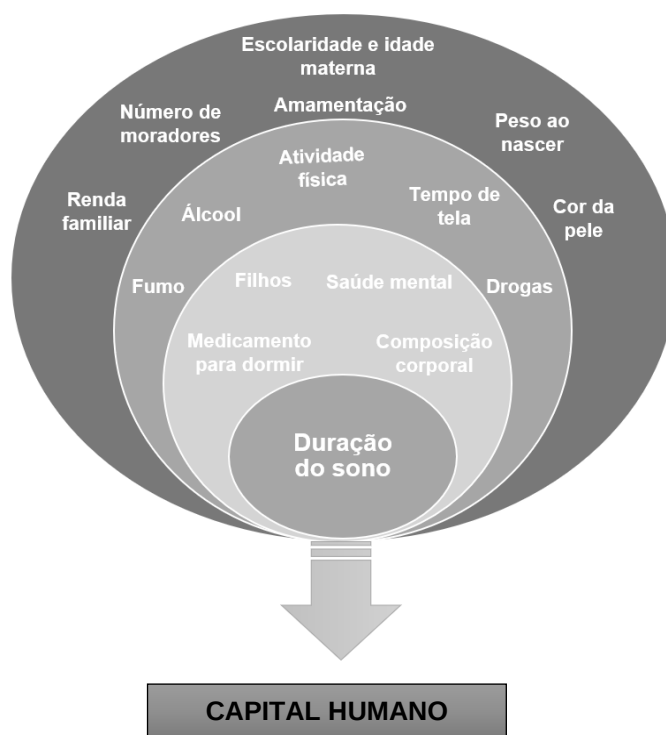


Figura 4. Conjunto de variáveis envolvidos na associação entre sono e capital humano e que estão disponíveis para utilização nas análises.

7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Algumas limitações devem ser consideradas. Primeiramente, as informações sobre sono foram coletadas apenas para dias de semana, então variações nas horas de sono entre dias de semana e finais de semana não poderão ser mensuradas. Além disso, é possível que não só a duração do sono afete o capital humano, mas também sua qualidade. No entanto essa informação não foi coletada na coorte de nascimentos de 1993.

No que diz respeito às perdas de acompanhamento, aos 22 anos cerca de 24,0% da amostra não compareceu. Esse percentual não é elevado, tendo em vista o longo período de acompanhamento. Além disso, trata-se de um dos poucos estudos com delineamento longitudinal prospectivo, de base populacional, realizado em países de média renda como o Brasil.

Outra limitação diz respeito à aferição da duração do sono de forma subjetiva, pois por se tratar de um estudo de base populacional, a utilização de métodos mais objetivos como a polissonografia e a actigrafia seria complicada em relação a aspectos logísticos.

8. FINANCIAMENTO

A Coorte de 1993 é um projeto que recebeu diferentes fontes de financiamento ao longo dos acompanhamentos. A maior parte do projeto foi financiada pela *Wellcome Trust* que é uma fundação internacional com foco de investimento em pesquisadores de países de média e baixa renda. O projeto também teve outras etapas financiadas por instituições como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), a União Europeia, o Programa Nacional para Centros de Excelência (PRONEX/CNPq), a Pastoral da Criança e o Ministério da Saúde do Brasil. O acompanhamento dos 22-23 anos foi financiado pelo Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério de Ciência e Tecnologia, através de um estudo envolvendo as coortes de nascimento brasileiras (Pelotas, Ribeirão Preto e São Luís).

9. CRONOGRAMA

Etapas	Ano															
	2017				2018				2019				2020			
	Trimestres															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisão de literatura																
Elaboração do projeto																
Defesa do projeto																
Trabalho de campo																
Preparação do banco																
Análise de dados																
Artigo 1 (revisão)																
Artigo 2																
Artigo 3																
Elaboração do volume final																
Defesa																

REFERÊNCIAS

1. Dew MA, Hoch CC, Buysse DJ, Monk TH, Begley AE, Houck PR, et al. Healthy older adults' sleep predicts all-cause mortality at 4 to 19 years of follow-up. *Psychosom Med*. 2003;65(1):63–73.
2. Vgontzas AN, Fernandez-Mendoza J, Liao D, Bixler EO. Insomnia with objective short sleep duration: The most biologically severe phenotype of the disorder. *Sleep Med Rev*. 2013;17(4):241–54.
3. Prevention AC for DC and. <https://www.cdc.gov/sleep/index.html>.
4. Keyes KM, Maslowsky J, Hamilton A, Schulenberg J. The Great Sleep Recession: Changes in Sleep Duration Among US Adolescents, 1991-2012. *Pediatrics*. 2015;135(3):460–8.
5. Moore PJ, Adler NE, Williams DR, Jackson JS. Socioeconomic status and health: The role of sleep. *Psychosom Med*. 2002;64(2):337–44.
6. Shochat T, Cohen-Zion M, Tzischinsky O. Functional consequences of inadequate sleep in adolescents: Asystematic review. *Sleep Med Rev*. 2014;18(1):75–87.
7. Patte KA, Qian W, Leatherdale ST. Sleep duration trends and trajectories among youth in the COMPASS study. *Sleep Heal*. 2017;3(5):309–16.
8. Schäfer AA, Domingues MR, Dahly DL, Meller FO, Gonçalves H, Wehrmeister FC, et al. Sleep Duration Trajectories and Body Composition in Adolescents: Prospective Birth Cohort Study. *PLoS One*. 2016;11(3):e0152348.
9. Hayley AC, Skogen JC, Øverland S, Wold B, Williams LJ, Kennedy GA, et al. Trajectories and stability of self-reported short sleep duration from adolescence to adulthood. *J Sleep Res*. 2015;24(6):621–8.
10. Maslowsky J, Ozer E. Developmental trends in sleep duration in adolescence and young adulthood: Evidence from a national US sample. *J Adolesc Heal*. 2014;54(6):691–7.
11. Titova OE, Hogenkamp PS, Jacobsson JA, Feldman I, Schiöth HB, Benedict C. Associations of self-reported sleep disturbance and duration with academic failure in community-dwelling Swedish adolescents: Sleep and academic performance at school. *Sleep Med*. 2015;16(1):87–93.
12. Urrila AS, Artiges E, Massicotte J, Miranda R, Vulser H, Bézivin-Frere P, et al. Sleep habits, academic performance, and the adolescent brain structure. *Sci Rep*. 2017;7(April 2016):1–9.
13. Andrade R de. Teoria do capital humano e a qualidade da educação nos estados brasileiros. Porto Alegre. Monografia [Graduação em Ciências Econômicas]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.
14. Perfect MM, Levine-Donnerstein D, Archbold K, Goodwin JL. The contribution of sleep problems to academic and psychosocial functioning. *Psychol Sch*. 2014;51(3):273–95.
15. Li S, Arguelles L, Jiang F, Chen W, Jin X, Yan C, et al. Sleep, School Performance, and a School-Based Intervention among School-Aged Children: A Sleep Series Study in China. *PLoS One*. 2013;8(7).

16. Touchette É, Petit D, Séguin JR, Boivin M, Tremblay RE, Montplaisir JY. Associations Between Sleep Duration Patterns and Behavioral / Cognitive Functioning at School Entry. *Sleep*. 2007;30(9):1213–9.
17. Kocevskaja D, Rijlaarsdam J, Ghassabian A, Jaddoe VW, Franco OH, Verhulst FC, et al. Early childhood sleep patterns and cognitive development at age 6 years: The generation R study. *J Pediatr Psychol*. 2017;42(3):260–8.
18. Dahl RE, Lewin DS. Pathways to adolescent health: Sleep regulation and behavior. *J Adolesc Heal*. 2002;31(6 SUPPL.):175–84.
19. Carskadon MA, Dement WC. Normal Human Sleep : An Overview. *Princ Pract sleep Med*. 2011;16–26.
20. Rodrigues MH, Ramalheira J, Lopes J, Gomes M da M, Silva AM da. Polissonografia: aspectos técnicos e clínicos. *Rev Bras Neurol*. 2012;48(1,2):7–23.
21. Roth T. Slow Wave Sleep: Does it Matter? *Acta Neurobiol Exp (Wars)*. 2009;68(2 Suppl):S4–5.
22. Fernandes RMF. O Sono Normal. *Med (Ribeirao Preto Online)*. 2006;39(2):157.
23. Kryger, Roth, Dement. Principles and practice of sleep medicine 5th. St. Louis: Elsevier Saunders; 2011.
24. Grandner MA, Chakravorty S, Perlis ML, Oliver L, Gurubhagavatula I. Habitual Sleep Duration Associated with Self-Reported and Objectively-Determined Cardiometabolic Risk Factors. 2015;15(1):42–50.
25. Van Cauter E, Spiegel K, Tasali E, Leproult R. Metabolic consequences of sleep and sleep loss. *Sleep Med*. 2008;9(SUPPL. 1):1–11.
26. Lakerveld J, Mackenbach JD, Horvath E, Rutters F, Compennolle S, Bárdos H, et al. The relation between sleep duration and sedentary behaviours in European adults. *Obes Rev*. 2016;17(February):62–7.
27. McKnight-Eily LR, Eaton DK, Lowry R, Croft JB, Presley-Cantrell L, Perry GS. Relationships between hours of sleep and health-risk behaviors in US adolescent students. *Prev Med (Baltim)*. 2011;53(4–5):271–3.
28. Liu J, Wei C, Huang L, Wang W, Liang D, Lei Z, et al. Prevalence of signs and symptoms suggestive of obstructive sleep apnea syndrome in Guangxi, China. *Sleep Breath*. 2014;18(2):375–82.
29. Zhang J, Paksarian D, Lamers F, Hickie IB, He J, Merikangas KR. Sleep Patterns and Mental Health Correlates in US Adolescents. *J Pediatr*. 2017;182:137–43.
30. National Sleep Foundation. 2006 Teens and Sleep. *Natl Sleep Found*. 2006;(202):0–76.
31. National Sleep Foundation. 2011 Sleep in America Poll. 2011.
32. Perez-Lloret S, Videla AJ, Richaudeau A, Vigo D, Rossi M, Cardinali DP, et al. A multi-step pathway connecting short sleep duration to daytime somnolence, reduced attention, and poor academic performance: An exploratory cross-sectional study in teenagers. *J Clin Sleep Med*. 2013;9(5):469–73.

33. Bernardo MPSL, Pereira ÉF, Louzada FM, D'Almeida V. Duração do sono em adolescentes de diferentes níveis socioeconômicos. *J Bras Psiquiatr*. 2009;58(4):231–7.
34. Lee JA, Park HS. Relation between sleep duration, overweight, and metabolic syndrome in Korean adolescents. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2014;24(1):65–71.
35. Peltzer K, Pengpid S. Sleep duration and health correlates among university students in 26 countries. *Psychol Heal Med*. 2016;21(2):208–20.
36. Leger D, Beck F, Richard JB, Godeau E. Total Sleep Time Severely Drops during Adolescence. *PLoS One*. 2012;7(10):7–12.
37. Wheaton AG, Chapman DP, Croft JB, Chief B, Branch S. School start times, sleep, behavioral, health and academic outcomes: a review of literature. *J Sch Heal*. 2017;86(5):363–81.
38. Chaput J-P, Janssen I. Sleep duration estimates of Canadian children and adolescents. *J Sleep Res*. 2016;25(5):541–8.
39. Felden ÉPG, Leite CR, Rebelatto CF, Andrade RD, Beltrame TS. Sleep in adolescents of different socioeconomic status: A systematic review. *Rev Paul Pediatr*. 2015;33(4):467–73.
40. Patel SRSR, Hu FBFB. Short sleep duration and weight gain: a systematic review. *Obesity (Silver Spring)*. 2008;16(3):643–653.
41. Gangwisch JE, Heymsfield SB, Boden-Albala B et al. Sleep duration as a risk factor for diabetes incidence in a large U.S. sample. *Sleep* 2007. 2007;30:1667–73.
42. Cappuccio FP, D'Elia L, Strazzullo P, Miller MA. Sleep duration and all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Sleep*. 2010;33(5):585–92.
43. Miller MA, Kruisbrink M, Wallace J, Ji C, Cappuccio FP, Frçp D, et al. *Ac ce pt us cr ip pt cr*. 2018;
44. Fobian AD, Elliott L, Louie T. A Systematic Review of Sleep, Hypertension, and Cardiovascular Risk in Children and Adolescents. *Curr Hypertens Rep*. 2018;20(5).
45. Togeiro SMGP, Smith AK. Métodos diagnósticos nos distúrbios do sono. *Rev Bras Psiquiatr*. 2005;27(SUPPL. 1):8–15.
46. Bertolazi AN, Fagundes SC, Hoff LS, Dartora EG, da Silva Miozzo IC, de Barba MEF, et al. Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Sleep Med*. 2011;12(1):70–5.
47. Sheehan C, Powers D, Margerison-Zilko C, McDevitt T, Cubbin C. Historical neighborhood poverty trajectories and child sleep. *Sleep Heal*. 2018;4(2):127–34.
48. Walsemann KM, Ailshire JA, Fisk CE, Brown LL. Do gender and racial/ethnic disparities in sleep duration emerge in early adulthood? Evidence from a longitudinal study of U.S. adults. *Sleep Med*. 2017;36:133–40.
49. Stamatakis KA, Kaplan GA, Roberts RE. Short Sleep Duration Across Income, Education, and Race/Ethnic Groups: Population Prevalence and Growing Disparities During 34 Years of Follow-Up. *Ann Epidemiol*. 2007;17(12):948–55.

50. Barazzetta M, Ghislandi S. Family Income and Material Deprivation : Do They Matter for Sleep Quality and Quantity in Early Life ? Evidence From a Longitudinal Study. 2018;(March).
51. Blair PS, Humphreys JS, Gringras P, Taheri S, Scott N, Emond A, et al. Childhood Sleep Duration and Associated Demographic Characteristics in an English Cohort. *Sleep*. 2012;35(3):353–60.
52. Sivertsen B, Bøe T, Skogen JC, Petrie KJ, Hysing M. Moving into poverty during childhood is associated with later sleep problems. *Sleep Med*. 2017;37:54–9.
53. Becker G. Human Capital Revisited. *J Chem Inf Model*. 1994;53(9):1689–99.
54. Schultz TW. The economic value of education. New York; 1963. Columbia University Press.
55. Wang K. The effect of insomnia on human capital accumulation, educational attainment, and labor market outcome. San Diego. Thesis [Master of in Economics. San Diego State University. 2013.
56. Bolin K, Lindgren B, Grossman M, Gyrd-Hansen D, Iversen T, Kaestner R, et al. Human Capital and Health Behavior.
57. Dewald JF, Meijer AM, Oort FJ, Kerkhof GA, Bögels SM. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Med Ver*. 2010;14(3):179–89.
58. Deary IJ. The Stability of Intelligence From Childhood to Old Age. *Curr Dir Psychol Sci*. 2014;23(4):239–45.
59. Wechsler D. The measurement of adult intelligence. 3^o edition. Kansas. 1939. 226 p.
60. Kuula L, Pesonen AK, Martikainen S, Kajantie E, Lahti J, Strandberg T, et al. Poor sleep and neurocognitive function in early adolescence. *Sleep Med*. 2015;16(10):1207–12.
61. Baum. K T, Desai. A, Field. J, et al. Sleep restriction worsens mood and emotion regulation in adolescents. *J Child Psychol Psychiatry*. 2014; 55(2): 180–190.
62. Louca. M, Hons. B, Short, M A. The Effect of One Night's Sleep Deprivation on Adolescent Neurobehavioral Performance. *SLEEP*, 2014;37(11):1799-1807.
63. Delaney LJ, Van Haren F, Lopez V. Sleeping on a problem: the impact of sleep disturbance on intensive care patients - a clinical review. *Ann Intensive Care*. 2015;5(1):8–10.
64. Wolfson AR, Carskadon M a. Understanding adolescents' sleep patterns and school performance: a critical appraisal. *Sleep Med Rev*. 2003;7(6):491–506.
65. Wong ML, Lau EYY, Wan JHY, Cheung SF, Hui CH, Mok DSY. The interplay between sleep and mood in predicting academic functioning, physical health and psychological health: A longitudinal study. *J Psychosom Res*. 2013;74(4):271–7.
66. Silva GP da. Análise de evasão no ensino superior: uma proposta de diagnóstico de seus determinantes. *Avaliação Rev da Avaliação da Educ Super*. 2013;18(2):311–33.

67. Nunes TGR, Pontes FAR, Silva LI da C, Dell’Aglia DD. Fatores de risco e proteção na escola: Reprovação e expectativas de futuro de jovens paraenses. *Psicol Esc e Educ.* 2014;18(2):203–10.
68. Dupéré V, Dion E, Leventhal T, Archambault I, Crosnoe R, Janosz M. High School Dropout in Proximal Context: The Triggering Role of Stressful Life Events. *Child Dev.* 2018;89(2):e107–22.
69. Gradisar M, Gardner G, Dohnt H. Recent worldwide sleep patterns and problems during adolescence: A review and meta-analysis of age, region, and sleep. *Sleep Med.* 2011;12(2):110–8.
70. Netsi E, Santos IS, Stein A, Barros FC, Barros AJD, Matijasevich A. A different rhythm of life: sleep patterns in the first 4 years of life and associated sociodemographic characteristics in a large Brazilian birth cohort. *Sleep Med.* 2017;37:77–87.
71. Peña M-M, Rifas-Shiman SL, Gillman MW, Redline S, Taveras EM. Racial/Ethnic and Socio-Contextual Correlates of Chronic Sleep Curtailment in Childhood. *Sleep.* 2016;39(9):1653–61.
72. Buckhalt J a, El-sheikh M, Keller PS, Kelly RJ, Development SC, Jun NM, et al. Concurrent and Longitudinal Relations between Children ’ s Sleep and Cognitive Functioning : The Moderating Role of Parent Education Concurrent Cognitive and Longitudinal Relations Between Children ’ s Sleep and Role of Parent Education Functioning : The. *Child Dev.* 2009;80(3):875–92.
73. Seegers V, Touchette E, Dionne G, Petit D, Seguin JR, Montplaisir J, et al. Short persistent sleep duration is associated with poor receptive vocabulary performance in middle childhood. *J Sleep Res.* 2016;25(3):325–32.
74. Gillen-O’Neel C, Huynh VW, Fuligni AJ. To Study or to Sleep? The Academic Costs of Extra Studying at the Expense of Sleep. *Child Dev.* 2013;84(1):133–42.
75. Del Brutto OH, Mera RM, Zambrano M, Del Brutto VJ, Castillo PR. Association between sleep quality and cardiovascular health: A door-to-door survey in rural Ecuador. *Environ Health Prev Med.* 2014;19(3):234–7.
76. Halbower AC, Mahone EM. Neuropsychological morbidity linked to childhood sleep-disordered breathing. *Sleep Med Rev.* 2006;10(2):97–107.
77. Gonçalves H, Assunção MCF, 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.
78. Gonçalves H, Assunção MCF, Wehrmeister FC, Oliveira IO, Barros FC, Victora CG, et al. Cohort Profile Update: The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort follow-up at 22 years. *Int J Epidemiol.* 2017;0:1–7.
79. Victora CG, Horta BL, de Mola CL, Quevedo L, Pinheiro RT, Gigante DP, et al. Association between breastfeeding and intelligence, educational attainment, and income at 30 years of age: A prospective birth cohort study from Brazil. *Lancet Glob Heal.* 2015;3(4):199–205.

80. Nascimento E, Figueiredo VLM. WISC-III e WAIS-III: alterações nas versões originais americanas decorrentes das adaptações para uso no Brasil. *Psicol Reflexão e Crítica*. 2002;15(3):603–12.
81. Yu H, McCoach DB, Gottfried AW, Gottfried AE. Stability of intelligence from infancy through adolescence: An autoregressive latent variable model. *Intelligence*. 2018;69(February):8–15.
82. Wechsler D. WAIS-III: Administration and scoring manual. 1997.
83. 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 Heal*. 2015;1(1):40–3.
84. Whinnery J, Jackson N, Rattanaumpawan P, Grandner MA. Short and Long Sleep Duration Associated with Race/Ethnicity, Sociodemographics, and Socioeconomic Position. *Sleep*. 2014;37(3):601–11.
85. Marmot M, Allen J, Bell R, Bloomer E, Goldblatt P. WHO European review of social determinants of health and the health divide. *Lancet*. 2012;380(9846):1011–29.
86. Kawachi I, Kennedy BP. Income inequality and health: pathways and mechanisms. *Health Serv Res*. 1999;34(1 Pt 2):215–27.
87. El-sheikh M, Kelly RJ, Bagley EJ, Wetter EK. *Family Conflict*. 2013;53(7):806–14.
88. El-Sheikh M, Buckhalt JA, Cummings EM, Keller P. Sleep disruptions and emotional insecurity are pathways of risk for children. *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip*. 2007;48(1):88–96.
89. Jarrin DC, McGrath JJ, Quon EC. Objective and subjective socioeconomic gradients exist for sleep in children and adolescents. *Heal Psychol*. 2014;33(3):301–5.
90. Cunningham TJ, Wheaton AG, Ford ES, Croft JB. Racial/ethnic disparities in self-reported short sleep duration among US-born and foreign-born adults. *Ethn Heal*. 2016;21(6):628–38.
91. Slopen N, Lewis TT, Williams DR. Discrimination and sleep: A systematic review. *Sleep Med*. 2016;18:88–95.
92. Johnson R, Schoeni R. The influence of early-life events on human capital, health status, and labor market outcomes over the life course. *B E J Econom Anal Policy*. 2011;11(3).
93. Lansford JE, Dodge KA, Pettit GS, Bates JE. A Public Health Perspective on School Dropout and Adult Outcomes: A Prospective Study of Risk and Protective Factors From Age 5 to 27 Years. *J Adolesc Health*. 2016;58(6):652–8.
94. Legleye S, Obradovic I, Janssen E, Spilka S, Le Nézet O, Beck F. Influence of cannabis use trajectories, grade repetition and family background on the school-dropout rate at the age of 17 years in France. *Eur J Public Health*. 2010;20(2):157–63.

95. Kelly AB, Evans-whipp TJ, Smith R, Gary CK, Toumbourou JW, Patton GC, et al. A longitudinal study of the association of adolescent polydrug use, alcohol use and high school non - completion. *Addict J.* 2016;110(4):627–35.
96. Orpinas P, Lacy B, Nahapetyan L, Dube SR, Song X. Cigarette smoking trajectories from sixth to twelfth grade: Associated Substance Use and High School Dropout. *Nicotine Tob Res.* 2016;18(2):156–62.
97. Pasch KE, Latimer LA, Cance JD, Moe SG, Lytle LA. Longitudinal Bi-directional Relationships Between Sleep and Youth Substance Use. *J Youth Adolesc.* 2012;41(9):2–21.
98. Vioque J, Torres A, Quiles J. Time spent watching television, sleep duration and obesity in adults living in Valencia, Spain. *Int J Obes.* 2000;24(12):1683–8.
99. Santos R, Zhang Z, Pereira JR, Sousa-Sá E, Cliff DP, Okely AD. Compliance with the Australian 24-hour movement guidelines for the early years: Associations with weight status. *BMC Public Health.* 2017;17(Suppl 5).
100. Cliff DP, McNeill J, Vella SA, Howard SJ, Santos R, Batterham M, et al. Adherence to 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years and associations with social-cognitive development among Australian preschool children. *BMC Public Health.* 2017;17(Suppl 5).
101. Van Dyk TR, Thompson RW, Nelson TD. Daily Bidirectional Relationships between Sleep and Mental Health Symptoms in Youth with Emotional and Behavioral Problems. *J Pediatr Psychol.* 2016;41(9):983–92.
102. Chellappa SL, Araujo JF. Qualidade subjetiva do sono em pacientes com transtorno depressivo. *Estud Psicol.* 2007;12(3):269–74.

MODIFICAÇÕES EM RELAÇÃO AO PROJETO ORIGINAL

Durante o desenvolvimento da tese algumas modificações em relação ao projeto original foram necessárias.

Nos artigos originais 1 e 2 a duração do sono seria analisada de forma categórica, com base nos pontos de corte propostos pela *National Sleep Foundation*. Entretanto, após o artigo ser submetido os revisores sugeriram analisar forma contínua, uma vez que essa recomendação é baseada em revisão de estudos majoritariamente provenientes de países de alta renda e pode não refletir a realidade de uma população mista como a brasileira.

No artigo original 1, com o objetivo de fornecer uma descrição mais completa sobre a população em estudo, além das trajetórias de duração do sono, também foram descritos os horários de dormir e acordar de cada acompanhamento. Além disso, no projeto estava prevista a inclusão de covariáveis do perinatal e do acompanhamento dos 11 anos, porém foram incluídas covariáveis dos acompanhamentos dos 11, 15, 18 e 22 anos e retiradas variáveis do perinatal por serem muito distais às trajetórias analisadas.

No artigo original 2, a variável QI foi removida, uma vez que sua coleta ocorreu no acompanhamento 18 anos e isso refletiria em uma forte limitação para o estudo. Assim, optamos por incluir a informação sobre memória de trabalho, coletada através do teste Digit Span aos 22 anos, um subteste do *Wechsler's Intelligence Scales for Adults* (WAIS-III). Além disso, ambas variáveis produziram resultados no mesmo sentido da associação. No que diz respeito à renda, optamos por incluir apenas a renda individual proveniente de trabalho, uma vez que a renda familiar poderia não ser reflexo dos padrões de sono do indivíduo e sim de características dos pais ou de outros moradores do domicílio.

No artigo de revisão optamos por excluir estudos que avaliassem populações específicas (trabalhadores, pessoas com alguma doença específica, médicos residentes, etc) uma vez que esses indivíduos apresentam rotinas de sono diferentes da população em geral.

RELATÓRIO DE TRABALHO DE CAMPO

Universidade Federal de Pelotas
Programa de Pós-graduação em Epidemiologia

**The Effects of Two Early Parenting Interventions on Child Aggression and
Risk for Violence in Brazil (The PIÁ Trial)**



Relatório do trabalho de campo

Apoio:

foundation
BOTNAR

wellcometrust



1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou a violência como um problema de saúde pública mundial^{1,2}. Em 2013, a violência interpessoal (excluindo situações de combate) foi responsável por 405 mil mortes e 29.5 milhões de ferimentos que necessitaram de cuidados médicos no mundo³. A América Latina concentra as maiores taxas de homicídios⁴ e, no Brasil, a violência interpessoal, especialmente entre homens jovens, é a principal causa de anos de vida perdidos depois de doenças cardíacas⁵ e os custos econômicos decorrentes disso são estimados em 5% do PIB anual⁶. No total, um bilhão de crianças, ou uma a cada duas crianças no mundo são expostas a violência a cada ano^{7,8}, sendo que estas taxas são maiores em países de baixa e média renda. Dentre as consequências da violência podem-se citar: problemas psicológicos, doenças sexualmente transmissíveis, e comportamentos de risco ligados a doenças crônicas nas vítimas⁹⁻¹². Os principais órgãos internacionais, portanto, consideram a prevenção global da violência uma prioridade^{8, 13} e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU^{5, 14} preconizam a redução da violência até o ano de 2030. Notavelmente, os maiores desafios para a prevenção da violência mundial são os países de baixa e média renda, os quais apresentam altos índices de ocorrência e onde os dados são escassos, tanto em relação aos determinantes da violência quanto à eficácia das intervenções ^{15, 16}.

Dentre os fatores de risco para violência, diversos estudos apontam¹⁷⁻²⁵: a) fatores individuais (como autocontrole deficitário, baixo QI verbal e pouco rendimento escolar, por exemplo); b) fatores parentais (tais como disciplina punitiva e maus-tratos); c) características familiares (por exemplo, discordância parental e baixa renda); d) relacionamento com pares antissociais e; e) moradia em bairros com altos índices de criminalidade. Notavelmente, estes estudos foram realizados em países ricos, e a maioria concentrou-se na faixa etária final da infância-adolescência, mas as teorias proeminentes sugerem que a violência grave tem suas origens no início da vida, e está relacionada à adversidade ambiental^{26,27}. Foram encontrados apenas sete estudos prospectivos¹⁴ que analisam os determinantes da violência em países pobres, sendo que, desses,

apenas dois foram realizados com população em contexto de alta violência e estudaram crianças antes dos 10 anos de idade (Estudos das Coortes de Nascimentos de 1982 e de 1993 de Pelotas). Os resultados destes estudos trouxeram importantes avanços para a área ²⁸⁻³⁶, mas foram limitados pelo fato de os fatores de risco analisados terem sido coletados para outros fins, além de informações importantes para o estudo da violência não terem sido coletadas nas fases iniciais dos estudos.

A Figura 1 mostra o modelo conceitual dos determinantes precoces da violência. Conforme pode ser visto, os fatores de risco precoces, tais como estresse parental e infantil, são de extrema importância para a gênese da violência, ao influenciar negativamente o desenvolvimento de habilidades sociocognitivas e também o desenvolvimento da agressividade nas crianças. Os determinantes precoces da violência serão detalhados a seguir.

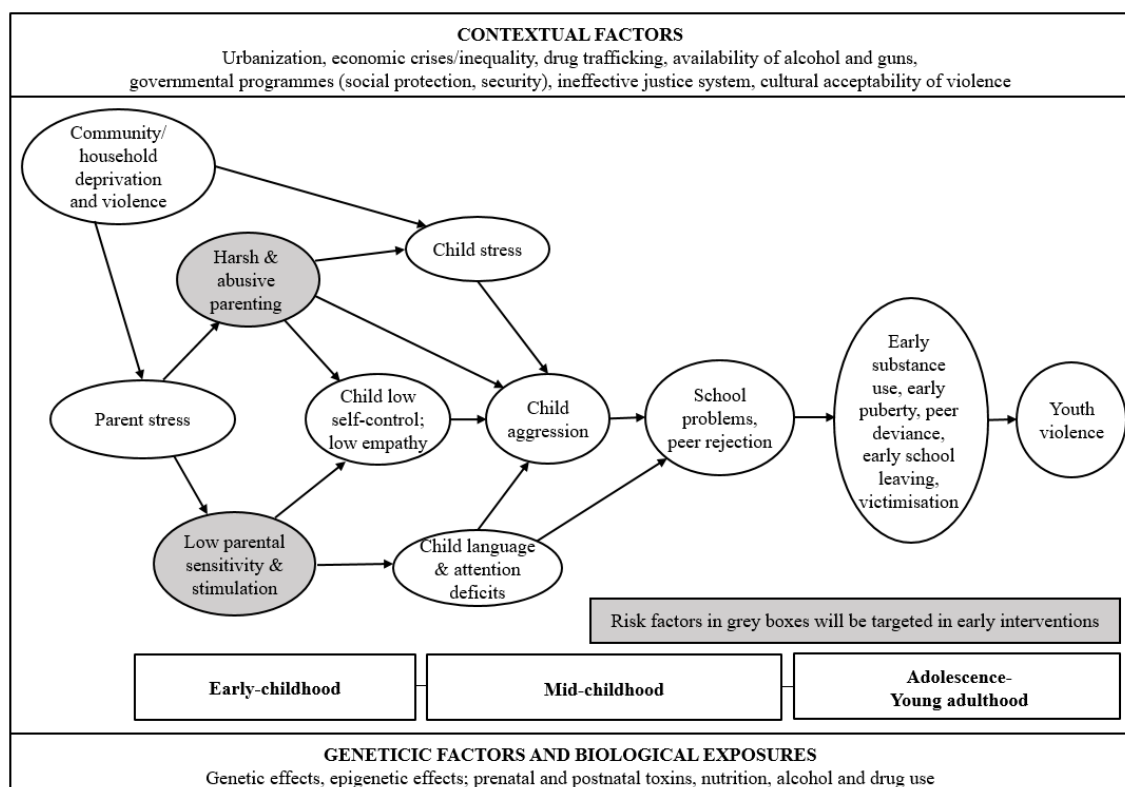


Figura 1. Modelo dos determinantes precoces da agressividade e violência, desenvolvido especificamente para o presente estudo, a partir de uma síntese da literatura

Os determinantes precoces da violência

Uma questão central para o estudo da violência é entender porque uma porção pequena das crianças, de 5 a 10%, desenvolve precocemente problemas de conduta persistentes, e que ocasionam risco aumentado de envolvimento em violência no futuro. Pelo fato de este pequeno grupo tipicamente estar envolvido em mais de 50% da criminalidade, a identificação de fatores de risco precoces para a violência é primordial para a prevenção primária³⁷⁻⁴⁰. De acordo com a teoria de Moffitt sobre a semiologia da criminalidade²⁷, comportamentos antissociais precoces se desenvolvem a partir da combinação de vulnerabilidade infantil e criação em ambiente severo, abusivo e inconsistente.

Estudos apontam que altos níveis de estresse no início da vida estão ligados a desenvolvimento sociocognitivo empobrecido na infância, o qual ocasiona importantes consequências ao longo da vida^{41,42}, em particular baixo autocontrole caracterizado por hiperatividade, impulsividade e maior exposição a condutas de risco, associadas por sua vez a comportamento antissocial^{43,44}. Déficits em habilidades verbais também desempenham um papel importante na agressividade infantil persistente, assim como impactam negativamente a prontidão escolar e as habilidades sociais⁴⁵. Especificamente, formas persistentes de “agressividade proativa” em crianças, tem sido relacionada à baixa empatia e insensibilidade perante os demais ⁴³⁻⁴⁶. Um mecanismo chave pelo qual o estresse pode afetar o desenvolvimento infantil é via desregulação do eixo Hipotalâmico-Pituitário-Adrenal (HPA)⁴⁵. Áreas cerebrais envolvidas no autocontrole e regulação emocional, como córtex pré-frontal e amígdala são ricas em receptores glucocorticais, e alvos vulneráveis a consequências adversas da ativação crônica do eixo HPA⁴⁷.

Ambientes familiares emocionalmente seguros, que propiciem apoio e estimulação adequada são fundamentais para o desenvolvimento saudável da criança, tanto no que se refere à capacidade cognitiva, como no engajamento em relações interpessoais seguras e satisfatórias. Assim, atividades positivas realizadas entre pais e filhos, como o compartilhamento de livros, por exemplo, melhoraram as habilidades sociocognitivas infantis, tais como a linguagem⁴⁸. Em contrapartida, ambientes familiares estressantes podem ocasionar práticas

parentais severas e inconsistentes que, por sua vez, prejudicam as relações de apego e a regulação emocional das crianças, aumentando o risco de comportamentos agressivos e criminalidade futura^{10,17,49-51}. Maus-tratos podem surgir em situações de estresse ambiental severo, onde há abuso de drogas ou álcool pelos pais, além de transtornos psiquiátricos ou envolvimento com criminalidade^{10,52,53}. O presente estudo será o primeiro a acessar ativação de estresse crônica entre mães, e determinar sua associação com práticas parentais ligadas à agressividade infantil.

Com base no que foi acima exposto, dois eixos principais na primeira infância parecem estar envolvidos no desenvolvimento da agressividade: as habilidades sociocognitivas da criança e o ambiente familiar, o qual inclui questões ligadas à disciplina e à violência contra a criança. Grande parte dos programas de prevenção à violência se concentra em um destes eixos.

Prevenção primária da agressividade e violência

No que se refere à prevenção da violência, as estratégias em saúde pública são consideradas potencialmente importantes para prevenir seus fatores de risco⁵⁴. Estudos randomizados de programas intensivos de acompanhamento domiciliar e pré-escolar nos Estados Unidos apontaram reduções significativas nos maus tratos às crianças, e análises de custo-benefício mostraram que os ganhos a longo prazo estão principalmente relacionados à redução na criminalidade⁵⁵. Entretanto, em países mais pobres, os custos significativos a curto prazo e a necessidade de profissionais altamente treinados tornam essas intervenções impraticáveis. Desse modo, a OMS declarou a necessidade urgente de desenvolver, implementar e avaliar intervenções parentais preventivas de baixo custo em países de baixa e média renda⁵⁶. Tais intervenções parentais, tendo como objetivo direto a diminuição no risco de comportamento agressivo nas crianças, e futuramente a ocorrência de comportamentos violentos e/ou criminosos, se concentram em: 1) reduzir práticas disciplinares severas e abusivas (fortemente associadas a problemas persistentes de conduta nas crianças); e 2) preparar os pais para que

proporcionem um bom suporte cognitivo para as crianças (melhorando o aprendizado infantil e a prontidão escolar). Os programas de intervenção parentais de curto prazo são potencialmente acessíveis em países de baixa e média renda, e podem resultar em grandes benefícios para as famílias que vivem em situação de pobreza e vulnerabilidade social^{57, 58}. Ensaio clínicos de programas de intervenção parentais mostraram resultados promissores em países ricos⁵⁹⁻⁶³. Entretanto, em países de baixa e média renda apenas 12 estudos de implementação e avaliação de programas de intervenção foram realizados até o ano de 2013⁶³ e, desses, apenas dois se apresentaram adequados do ponto de vista metodológico, ainda que não tenham examinado os resultados comportamentais nas crianças.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Examinar o efeito de dois programas de intervenção comportamental com mães, de curta duração e baixo-custo, na prevenção de comportamento agressivo na infância.

2.2 Secundários

- Avaliar o efeito dos dois programas de intervenção sobre o desenvolvimento sociocognitivo e emocional infantil, especificamente: linguagem, funções executivas/autocontrole/tomada de risco, atenção, e empatia/Teoria da Mente/altruísmo e reconhecimento das emoções.
- Avaliar o efeito dos dois programas de intervenção sobre comportamentos parentais (entre as mães) de disciplina rígida e inconsistente, que incluam castigos severos e maus-tratos.
- Avaliar o efeito dos dois programas de intervenção sobre estresse parental (materno) e infantil relatados pela mãe e medido por cortisol.

3. DESENHO DO ESTUDO

Estudo controlado randomizado com mães e crianças de três anos de idade, pertencentes à Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015. O trial está registrado sob o Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) número: RBR-2kwfsk (<http://www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-2kwfsk/>).

4. INTERVENÇÕES

4.1 ACT – Adultos e Crianças Juntos: Programa Criando Crianças Seguras

Programa desenvolvido pela Associação Americana de Psicologia, como um programa sem fins lucrativos, de baixo custo e de grande versatilidade cultural, tendo sido recentemente adaptado para a implementação no Brasil. Consiste em nove sessões de grupo, nas quais os 10 cuidadores (no presente estudo serão as mães) são treinados por um facilitador para compreender o desenvolvimento infantil e para criar seus filhos sem violência. O programa utiliza discussões e dramatizações para ilustrar, de forma empática e não julgadora, como lidar de forma positiva com dificuldades emocionais e comportamentais nas crianças. Baseada nas experiências do programa nos EUA, que conseguiram reduzir agressividade na criação das crianças, bem como problemas de conduta, a OMS recomenda o ACT como um programa promissor para países de baixa renda. A Tabela 1 apresenta os objetivos e os conteúdos de cada uma das sessões do ACT.

Quadro 1. Conteúdo das sessões de ACT

Sessão 1
Objetivo: ajudar os pais/cuidadores a aprenderem elementos básicos do desenvolvimento infantil e como responderem adequadamente aos comportamentos dos filhos Aprendizagem esperada: • Qual é a definição de desenvolvimento da criança? • As crianças precisam ter suas necessidades básicas satisfeitas, a fim de se comportarem bem. • Adultos que entendem o desenvolvimento da criança sabem o que uma criança pode fazer e compreender de acordo com a idade. • Adultos que entendem o desenvolvimento da criança sabem o que esperar de seus filhos e tratam seus filhos como crianças.

- Adultos que entendem o desenvolvimento da criança tornam-se menos frustrados ou ansiosos sobre o comportamento de seus filhos e são menos propensos a usar o abuso verbal e físico.

Sessão 2

Objetivo: ajudar os pais a entenderem como as crianças podem estar expostas à violência e as consequências que isso terá em suas vidas Aprendizagem esperada:

- Os primeiros anos são muito importantes na aprendizagem. São quando as crianças aprendem lições básicas que vão durar para a vida.
- Nos primeiros anos as crianças aprendem a sentir e a entender o que acontece em sua vida, bem como a confiar e se relacionar com os outros.
- As crianças aprendem observando e imitando as pessoas à sua volta e por meio de suas próprias experiências. Os adultos precisam ser exemplos positivos e prestar atenção ao que eles fazem e dizem em frente das crianças.
- Os adultos precisam criar relações seguras e afetuosas com seus filhos, bem como experiências positivas para que as crianças aprendam coisas positivas.
- Uma combinação de fatores individuais e sociais que levam uma criança a se envolver com a violência. Não se trata de apenas um fator.
- A violência durante a infância pode ter consequências que duram a vida toda.

Sessão 3

Objetivo: ajudar os pais a aprender a controlar e a lidar com a raiva. Aprendizagem esperada:

- A raiva é uma emoção normal, faz parte de ser humano.
- Conflitos com as outras pessoas fazem parte da nossa vida.
- É OK sentir raiva, mas não é OK usar a violência.
- Os adultos podem aprender a controlar seus sentimentos de raiva.
- É importante aprender a resolver conflitos sem violência.

Sessão 4

Objetivo: ajudar os pais a entenderem os sentimentos de raiva das crianças e a aprenderem como ensiná-las a controlar esse sentimento. Aprendizagem esperada:

- As crianças também ficam com raiva. A raiva é uma emoção normal.
- As crianças ficam com raiva no contexto de relacionamento com as pessoas.
- A forma de as crianças expressarem a raiva muda com a idade.
- As crianças podem aprender a controlar seus sentimentos de raiva, acalmarem-se e resolverem conflitos sem usar a violência.
- Os pais podem ensinar as crianças a controlarem seus sentimentos.

Sessão 5

Objetivo: ajudar os pais a entenderem o impacto da mídia eletrônica no comportamento dos filhos e dar opções sobre como reduzir a exposição das crianças a violência. Aprendizagem esperada:

- Os meios eletrônicos de comunicação incluem televisão, computador, videogames, tablets.
- Os meios eletrônicos de comunicação transmitem muita violência através de imagens e das letras de música. O tempo que as crianças passam com esses meios de comunicação aumentou consideravelmente nos últimos anos.
- Crianças que são altamente expostas à violência na mídia eletrônica podem aumentar suas atitudes e comportamentos violentos.

- Crianças pequenas têm dificuldade de entender o que é fantasia e o que é realidade.
- Crianças processam as informações que recebem através dos meios de comunicação de maneira diferente dos adultos.
- Os pais podem aprender e ensinar as crianças a serem consumidores críticos de mídia eletrônica.
- Os pais podem aprender maneiras de reduzir a exposição das crianças à violência nos meios de comunicação eletrônica e seu impacto negativo.

Sessão 6

Objetivo: ajudar os pais a entenderem que a forma como educam seus filhos tem um impacto sobre o comportamento deles por toda a vida Aprendizagem esperada:

- É normal que as crianças não saibam se comportar, porque elas estão aprendendo a entender seu mundo e como se relacionar com os outros.
- Os estilos parentais afetam os comportamentos das crianças.
- Disciplina envolve acalmar e ensinar as crianças como elas devem se comportar em diferentes idades e em diferentes situações.

Sessão 7

Objetivo: ensinar os pais como prevenir comportamentos difíceis e como usar formas positivas de disciplinar as crianças. Aprendizagem esperada:

- Como prevenir comportamentos difíceis das crianças, promover comportamentos positivos e evitar colocar crianças em situações que não são próprias para elas.
- Métodos positivos de mudança de comportamentos que sejam adequados para a situação e o estágio de desenvolvimento da criança.

Sessão 8

Objetivos: ajudar os participantes a perceberem sobre o que aprenderam com o programa, e que este já está ajudando-os a realizar seus sonhos para seus filhos; encorajar os participantes a usar em casa e na comunidade as ferramentas que aprenderam e reforçar nos pais seu papel de professores, protetores e defensores de seus filhos. Aprendizagem esperada:

- Revisar as ferramentas e o conhecimento que os pais adquiriram com o programa.
- Perceber que são capazes de mudar seus comportamentos como pais.
- Avaliar o quanto eles mudaram com o programa.
- Planejar maneiras para proteger e defender seus filhos na comunidade.

4.2 Conte Comigo – Compartilhamento de livros entre pais e filhos

Programa desenvolvido pela Mikhulu Trust, uma organização sem fins lucrativos, na África do Sul, que ajuda pais a se instrumentalizarem para garantir um melhor desenvolvimento sociocognitivo e emocional para seus filhos. O compartilhamento de livros consiste em uma prática entre pais e filhos, cujas características centrais são conscientizar os pais sobre os interesses das crianças e engaja-los em trocas recíprocas com seus filhos. A intervenção inclui

oito sessões grupais, uma por semana, composta por cinco cuidadores (no presente estudo serão as mães) e um facilitador treinado. Cada sessão consiste na apresentação do conteúdo em slides, além de serem mostrados pequenos trechos com filmagens de um cuidador compartilhando um livro com seu filho, a fim de ilustrar o que está sendo ensinado. Os participantes são incentivados a contribuir para a discussão sobre o que estão vendo e o que estão aprendendo e a relevância disso para suas vidas. Sempre, no início de cada sessão, é feita uma revisão inicial dos tópicos abordados nas sessões anteriores, e os participantes contam como foi o compartilhamento de livros em casa. No final de cada sessão, é apresentado um resumo dos principais aspectos trabalhados. As apresentações normalmente duram cerca de uma hora, e são seguidas por um momento em que os cuidadores praticam o que aprenderam em uma sessão individual com seus filhos, com duração de 5 a 10 minutos, observada pelo facilitador. Esta é uma oportunidade para o facilitador apoiar e encorajar o cuidador, bem como modelar um bom comportamento, caso necessário. Cada sessão está associada a um livro específico que o cuidador e a criança levam para casa, com a instrução de que eles devem tentar manter um horário regular todos os dias para compartilhar o livro. Treinar para o compartilhamento sensível de livros é facilmente adaptável do ponto de vista cultural. Estudos em outros países sugerem que esta prática apresenta efeitos positivos de médio e longo prazo nos resultados cognitivos das crianças, incluindo o desenvolvimento da linguagem e da atenção, contribuindo para a prontidão escolar. Ainda que estes sejam fatores-chave para proteção infantil contra agressões, nenhum estudo examinou os efeitos deste programa para tal problema. Isto será testado no estudo proposto, trazendo a prática do compartilhamento de livros para o Brasil pela primeira vez. A Tabela 2 apresenta os conteúdos abordados em cada uma das sessões do Conte Comigo.

Quadro 2. Conteúdo das sessões de Conte Comigo

Sessão 1	Introdução
	É explicado o propósito e a estrutura do programa de treinamento. O ponto central é o de que, embora as crianças pequenas obviamente não possam ler, se compartilham regularmente livros com um cuidador, isso pode ser extremamente útil para seu desenvolvimento em geral e, especialmente, para sua preparação para o início escolar. Salienta-se que as crianças que tiveram

um compartilhamento regular de livros se adaptam à escola muito mais rápido do que as outras crianças, aprendem mais rápido e geralmente se saem muito melhor na escola. O facilitador enfatiza para a mãe que seria, portanto, muito útil para o desenvolvimento de seu filho, eles aprenderem como fazer um bom compartilhamento de livros. O restante da sessão é dedicado a questões práticas, como quando compartilhar livros com a criança (ou seja, quando se está tranquilo, com disponibilidade de tempo, quando o filho não está com fome ou cansado), onde fazer o compartilhamento de livros (ou seja, em algum lugar tranquilo e confortável), e como se sentar com a criança durante o compartilhamento de livros. Os princípios de "apontar e nomear" são introduzidos, bem como "construir e enriquecer" o que a criança diz. Um dos principais focos é enfatizar para mãe a importância de sempre seguir o interesse do(a) filho (a) e responder de forma positiva às suas contribuições. A sessão termina com uma discussão sobre o livro da semana, "A surpresa de Handa". Este é o livro que a mãe receberá para levar para casa para compartilhar. O facilitador lê o livro, destacando suas características interessantes, sugerindo quais aspectos podem atrair a atenção das crianças. As mães são incentivadas a participar e fazer suas próprias sugestões sobre o que no livro pode estimular o interesse de seus filhos. Após a prática individual supervisionada pelo facilitador, as mães e os filhos levam o livro para compartilharem em casa.

Sessão 2	Fazer relações
Esta sessão está relacionada com "fazer relações". Usando o livro desta semana, "Pequenos Ajudantes", é fornecida uma instrução sobre como a mãe pode encorajar a criança a fazer ligações entre o que o livro mostra e as coisas ou ações no "aqui e agora", experiências da vida cotidiana da criança, e aos seus próprios valores familiares. Há também uma discussão sobre como os links podem ser feitos entre os diferentes aspectos da história e como todas as partes da história se unem para formar uma narrativa completa.	
Sessão 3	Números e comparações
Esta sessão está relacionada com "números e comparações". Usando o livro da semana, "A galinha de Handa", são fornecidas instruções sobre como as mães podem incentivar seus filhos a contar e como usar palavras comparativas como "mais" e "mais alto".	
Sessão 4	Falar sobre sentimentos
Esta sessão está relacionada a "falar sobre sentimentos". Usando o livro da semana, "Abraço", é fornecida instrução sobre como a mãe pode destacar os diferentes sentimentos dos personagens do livro, como eles podem usar o tom de voz e a expressão facial que combinam com o sentimento que estão transmitindo e como eles se comportam. A mãe pode ainda relacionar os sentimentos dos personagens do livro à experiência emocional de seu filho.	
Sessão 5	Falar de intenções
Esta sessão está relacionada a "falar de intenções". Usando o livro da semana, "Harry, o cachorro sujo" são fornecidas instruções de como as mães podem ajudar seus filhos a entenderem por que os personagens do livro se comportam daquela forma, e como relacionar as intenções dos personagens no livro às vivências das crianças.	
Sessão 6	Falar de perspectivas
Esta sessão está relacionada a "falar sobre perspectivas". Usando o livro da semana, "Harry no mar", instruções são dadas às mães sobre como elas podem ajudar seus filhos a perceberem que diferentes personagens do livro têm diferentes perspectivas - que eles podem ver ou ouvir as coisas	

de forma diferente, que eles podem saber coisas diferentes, e que podem querer ou sentir coisas diferentes.	
Sessão 7	Falar sobre relacionamentos
Esta sessão está relacionada a "falar sobre relacionamentos". Usando o livro da semana, "Tudo está bem quando acaba bem", é fornecida uma instrução sobre como o cuidador pode ajudar seu filho a entender os diferentes tipos de relacionamento que os personagens do livro têm, e como isso está relacionado às suas diferentes intenções e perspectivas.	
Sessão 8	Revisão
Esta é uma sessão de revisão em que os principais princípios de compartilhamento de livros são recapitulados. Há também uma discussão sobre como os participantes levarão o compartilhamento de livros adiante no seu dia-a-dia.	

4.3 ACT + Conte Comigo

Inicialmente, o estudo possuía 4 grupos de comparação (ACT, CC, ACT+CC e controle). Por questões logísticas e administrativas, a equipe da coordenação, juntamente com o Comitê Internacional, decidiu eliminar o grupo ACT+CC. O intuito desse grupo era avaliar o efeito combinado das duas intervenções.

5. AMOSTRAGEM

5.1 Critérios de inclusão

Para serem incluídas no estudo, as crianças deveriam pertencer à Coorte de Nascimentos de 2015; serem provenientes de família em desvantagem econômica, isto é, estar entre os 30% mais pobres da coorte do acompanhamento dos dois anos; não pertencer aos 40% das crianças com menor índice de agressividade aos dois anos.

5.2 Critérios de exclusão

De acordo com dados coletados anteriormente na coorte, foram excluídas do estudo, 1) as crianças que no acompanhamento dos dois anos não estivessem sendo cuidadas pelas mães biológicas; 2) as crianças que tinham mães com problemas físicos ou mentais que as impeçam de participar das intervenções propostas pelo estudo (surdas, mudas ou cegas; com problemas serias de saúde mental) e 3) as crianças que apresentavam provável déficit de

desenvolvimento aos dois anos de idade, ou seja, estar entre os 10% de crianças com menores escores no *Oxford-Neurodevelopment Assessment* (NDA), avaliado no acompanhamento de dois anos da coorte. Além disso, após novo contato com as mães foram excluídas também aquelas que moravam menos de quatro dias da semana com a criança e aquelas que não possuíam tempo disponível para participar das intervenções (ACT/CC).

5.3 Número elegível de acordo com critérios de inclusão e exclusão

Dentre os 4.275 participantes da Coorte de Nascimentos de 2015, 773 foram considerados como elegíveis para o estudo Piá, de acordo com o primeiro critério de elegibilidade, o qual considerou como não elegíveis: 70% dos indivíduos com maior renda; 30% das crianças com menor escore de agressão; 10% das crianças com menor desenvolvimento; aqueles cuja mãe ou filho é cego, surdo, mudo ou apresente outra condição médica; que residiam fora da área urbana de Pelotas e cujas mães não responderam ao questionário de acompanhamento dos 2 anos de idade. Dentre os 773 elegíveis, foi possível realizar o mapeamento de 752 residências, sendo selecionadas para a pesquisa, preferencialmente, aquelas mais próximas aos lugares das intervenções. Após o segundo critério de elegibilidade, 580 domicílios foram visitados e 400 mães aceitaram participar do estudo, sendo randomizadas entre os grupos de intervenção e controle. Para 23 indivíduos não foi encontrado o motivo de exclusão, porém provavelmente foram excluídos pelo fato de o setor já ter sido preenchido. Além disso, por dificuldades logísticas o grupo ACT + CC foi extinto durante as primeiras semanas de intervenção. Mais detalhes sobre a seleção dos indivíduos encontram-se na Figura 2.

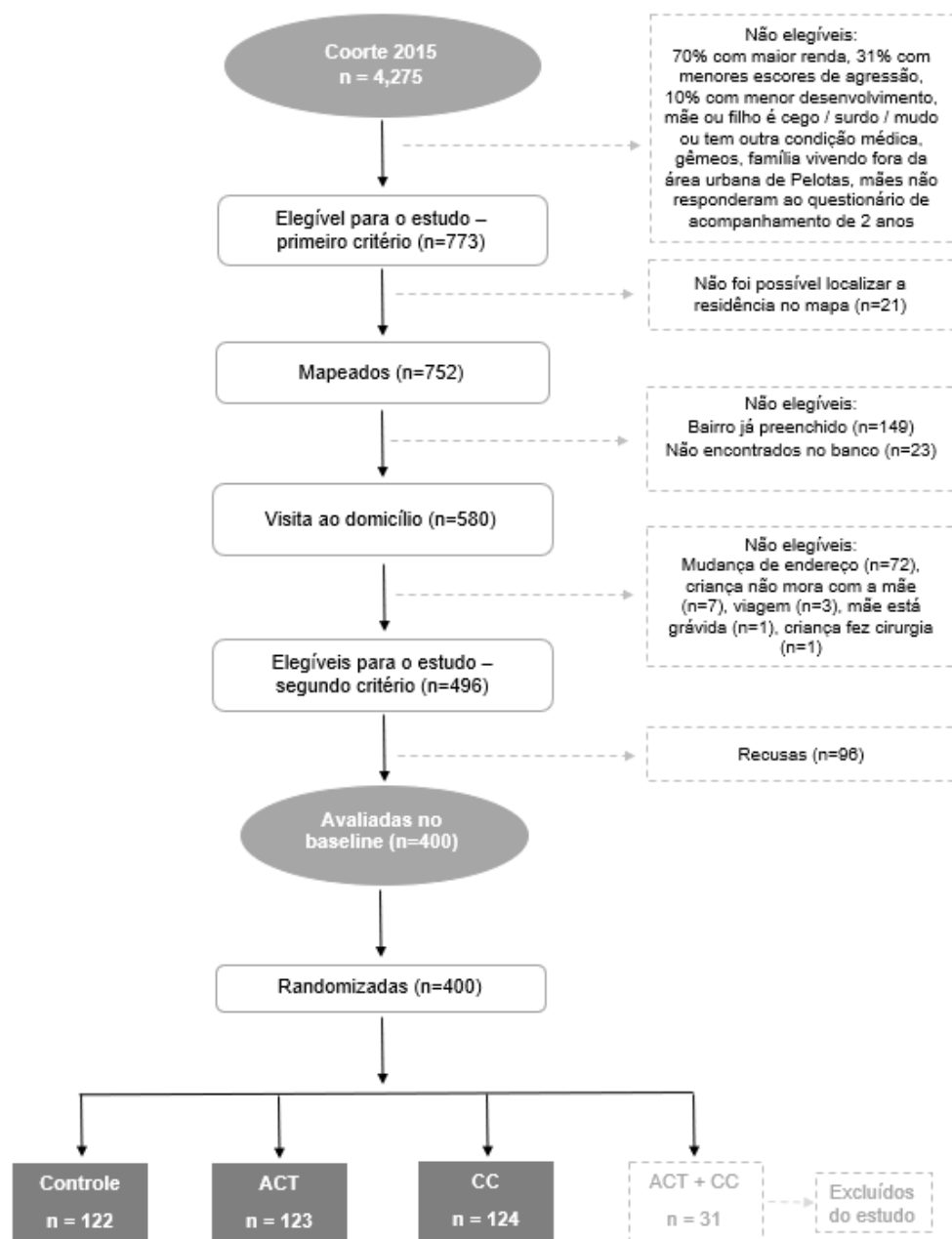


Figura 2. Fluxograma da seleção dos participantes do estudo PIÁ.

Primeiramente, foi realizado um mapeamento dos endereços das crianças da coorte elegíveis pelos critérios acima. Após a localização, os endereços foram agrupados por proximidade em 11 setores urbanos no município. Os mapas de cada um dos 11 setores encontram-se em anexo. Em cada um destes setores, foi feita uma listagem de todas as crianças que neles residirem e em ordem de proximidade ao lugar da intervenção foram selecionadas, até totalizar 40

crianças em cada setor participando no estudo. Um membro equipe de pesquisa visitou as famílias a serem recrutadas, a fim de explicar o estudo, verificar os critérios de inclusão/exclusão, e convidá-las a visitar o Centro de Pesquisas para receber mais informações sobre o estudo e participar na primeira avaliação. Subsequentemente, no Centro de Pesquisas Epidemiológicas (CPE), a assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e a realização da avaliação, a mãe foi sorteada aleatoriamente para o grupo do qual deveria participar – intervenção (ACT ou Conte Comigo) ou controle.

6. EQUIPE DE TRABALHO

6.1 Coordenadores e supervisores do estudo

O projeto PIÁ tem como coordenador geral o Prof. Joseph Murray. Os professores colaboradores da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) são a Prof^a Iná da Silva dos Santos, a Prof^a Andréa Homsí Dâmaso, a Prof^a Luciana Tovo Rodrigues e a Prof^a Isabel Oliveira de Oliveira. Juntamente aos já citados, professores de universidades ao redor do mundo também colaboram no projeto e são eles o Prof. Peter Cooper (University of Reading, UK), a Prof^a Lynne Murray (University of Reading, UK), a Prof^a Adriane Arteche (PUC-RS, Brasil) e a Prof^a Andrea Gonzalez (McMaster University, Canadá). Ainda fizeram parte da equipe de supervisão: a Dra. Luciana Anselmi Duarte da Silva, a Dra. Suélen Henriques da Cruz e a aluna de doutorado do PPGE em Epidemiologia Rafaela Costa Martins.

A supervisão geral do trabalho de campo do acompanhamento do PIÁ foi de responsabilidade da Dra. Luciana Anselmi Duarte da Silva e da Natália Costa Dias, ambas psicólogas. A supervisão dos procedimentos de coleta de cabelo foi de responsabilidade da técnica do laboratório do PPGE Deise Farias Freitas. Os alunos de doutorado Rafaela Costa Martins e Cauane Blumenberg Silva foram responsáveis pela inserção do questionário na plataforma online de coleta de dados RedCap. À doutoranda Rafaela Costa Martins coube o gerenciamento e processamento dos dados dos acompanhamentos *baseline* e pós-intervenção. À aluna de doutorado Adriana Kramer Fiala Machado coube a análise de inconsistências, o controle de qualidade e relatórios semanais para controle da

adesão ao projeto.

6.2. Equipe geral da coorte

A equipe contou com o auxílio de uma secretária, Beatriz Helena Nunes Ferreira e uma auxiliar de secretaria Jéssica Rios. O controle das finanças e recibos do estudo foi realizado pela Patrícia Simões Moreira. Para o agendamento das entrevistas – tanto por telefone como na residência –, o projeto contratou quatro pessoas: Deise Modesto, Iara Bonneau, Patrícia Ebling e Lisângela Campos. Para o controle da intervenção foi contratada uma assistente de logística chamada Cíntia dos Santos de Marco e quatro auxiliares (Aline Knuth, Marta Gabriela, Letícia Garcia dos Santos e Patrícia Vieira). Por um mês, a Maria da Graça Stalla foi contratada para reversão de recusas da intervenção.

Além disso, a equipe contou com duas recreacionistas para a primeira etapa do estudo, uma no período da manhã (Victória Duarte) e uma no período da tarde (Brenda Amaral). Durante o trabalho de campo a recreacionista do turno da manhã precisou se afastar do projeto por motivos pessoais e foi substituída pela Lizandra Duarte. Duas recepcionistas compuseram a equipe: Lisângela Campos no turno da manhã e Ana Roja no turno da tarde. Para a limpeza da clínica durante o trabalho de campo foi contratada a Grazielle Soares.

Na primeira etapa do estudo foram contratadas 10 entrevistadoras que iniciaram o trabalho de campo do acompanhamento dos 24 meses, oito no horário das 9h-16h e duas no horário das 14h-19h. Na segunda etapa do estudo foram mantidas apenas cinco entrevistadoras e três passaram a integrar a equipe da logística. A relação das entrevistadoras bem como as respectivas datas de entrada e saída do campo está contemplada no quadro abaixo.

Quadro 3. Entrevistadoras que fizeram parte da equipe do estudo Piá

Entrevistadora	Primeira entrevista	Última entrevista
Amora Couto	18/06/2018	18/12/2018
Catiúsica Daniela	18/06/2018	21/12/2018
Clenice Moreira	18/06/2018	20/12/2018

Daniele Schlesener	12/07/2018	31/08/2018
Fernanda Bastos*	18/06/2018	31/08/2018
Francine Maagh*	18/06/2018	31/08/2018
Josimara Schuster	18/06/2018	18/12/2018
Kemiê Ishikame	18/06/2018	31/08/2018
Karen Lopes	18/06/2018	13/07/2018
Keti Sanara Moreira	18/06/2018	12/01/2019
Michele Caruccio*	18/06/2018	31/08/2018

* Integrou a equipe da logística e/ou recreação

6.3. Comitê Internacional

O comitê Internacional da intervenção monitora o progresso do estudo e aconselha os pesquisadores sobre questões relevantes durante o campo. O pesquisador principal, Joseph Murray, consulta a chefe do comitê uma vez por mês, reunião bienal ocorrem com todos os participantes.

6.3.1. Equipe independente da intervenção:

- Cathy Ward – presidente (Departamento de Psicologia, Universidade de Cape Town)
- Manuel Eisner (Departamento de Criminologia, Universidade de Cambridge)
- Pasco Fearon (Departamento de Psicopatologia Comportamental, Universidade College London)
- Christian Kieling (Departamento de Psiquiatria, Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
- Marília Mesenburg (Representante local da comunidade de Pelotas – mãe de uma criança da Coorte de 2015)

6.3.2. Equipe da intervenção:

- Joseph Murray (Pesquisador principal)
- Iná dos Santos (Pesquisadora)

6.3.3. *Non-members who will possibly sit in on meetings, at discretion of the chair:*

- Merryn Vossey - Trial Statistician (Senior Statistician, Oxford University)
- Peter Cooper (Professor of Psychopathology, Reading University)
- Suelen Cruz – Trial Manager

7. INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Foram aplicados diversos instrumentos padronizados, tanto nas mães como nas crianças, através de questionários, tarefas filmadas, outras tarefas avaliadas na hora de aplicação ou no iPad e coleta biológica (amostra de cabelo para medir cortisol).

Warm up play: A criança recebe um brinquedo e pode brincar por alguns minutos, sem instruções extras. Essa tarefa era apenas uma ambientação entre a criança e a sala onde aconteceriam os testes, não havendo codificação nem avaliação.

Interações responsivas para aprendizagem 64-65: O instrumento avalia a responsividade parental em termos cognitivos, isto é, em que medida a mãe responde às necessidades e interesses da criança de 18 a 60 meses, quando ambos estão envolvidos em uma tarefa de cooperação cognitivamente desafiadora. A interação entre mães e filhos é vídeo-gravada durante 5 minutos, durante a realização de até quatro atividades estruturadas (jogos de ordenação de objetos conforme cores e formas). A avaliação é realizada por *experts* treinados seguindo a estrutura dos 11 itens propostos pelos autores. O construto “interações responsivas para aprendizagem” é composto por três aspectos que se sobrepõem: clareza comunicativa, percepção do pensamento alheio e construção de reciprocidade. A escala CS foi desenvolvida no Canadá, por pesquisadores da Universidade de Toronto. Utiliza um sistema de codificação baseado em avaliações impressionistas (*julgamento de interações breves*), por

meio de observações breves da interação pai/mãe-filho(a) de crianças entre 18 e 60 meses de idade. No estudo canadense, demonstrou correlação estatisticamente significativa com medida padrão-ouro de responsividade materna. A validade no Brasil foi avaliada com uma amostra de crianças de 18 meses da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015 (artigo no prelo).

Book-sharing: É uma tarefa filmada que tem o objetivo de avaliar a interação entre a mãe e a criança e a sensibilidade materna para contar uma história abordando temas como agressão, autoridade e justiça. Durante 5 minutos, o experimentador não deve interferir em nada, deixando a mãe ver o livro livremente com seu filho.

Don't touch!: Tarefa de proibição: para testar autocontrole, três brinquedos são apresentados à criança, um de cada vez, mas é dito a ela que não poderá tocar neles até que o avaliador permita. O tempo que a criança precisa esperar para tocar nos brinquedos é dois minutos e meio.

Play alone: Três brinquedos são colocados na frente da criança (ao seu alcance). O objetivo desta tarefa filmada é avaliar a atenção da criança (se ela observa e brinca com um brinquedo de cada vez ou se mexe em todos desordenadamente).

Clean up: Solicita-se que a criança organize os brinquedos utilizados, cada um em sua caixa. Ela terá três minutos para realizar a tarefa.

Tarefa de ajuda (cola)^{66,67}: Nesta tarefa, inicialmente, o avaliador utiliza a cola para colar papéis coloridos, em frente à criança. Quando ele se levanta para buscar mais papel deixa cair a cola. Ao retornar, espera que a criança pegue a cola do chão e alcance ao avaliador.

LabTab⁶⁸: É uma tarefa filmada que tem o intuito de medir o temperamento e a tolerância a frustração da criança através de dimensões: medo, angústia (raiva/tristeza), alegria/prazer, interesse/persistência e o nível de atividade. Nesse teste a criança recebe dois brinquedos e deve escolher qual gosta mais. O escolhido é trancado em uma caixa transparente. A criança recebe uma chave que não abre a caixa e deve tentar abri-la por 4 minutos. Quando finalizar o tempo, o experimentador deve dar a chave certa para a criança conseguir abrir

a caixa e encorajar a criança a brincar com o material que estava trancado por 1 minuto.

Early Years Toolbox⁶⁹: Medidas do desenvolvimento cognitivo, autorregulatório, linguístico e social de crianças pequenas. Cada medida é uma avaliação breve, envolvente e semelhante a um jogo, desenvolvida para o iPad. Foram utilizados dois testes do YET:

a) *Card Sort*: consiste em uma avaliação da mudança (uma função executiva que envolve a capacidade de controlar e redirecionar a atenção). Neste jogo, são apresentados às crianças cartões que variam em duas dimensões (forma e cor) e solicita-se que a criança classifique cada cartão (por exemplo, coelhos vermelhos e barcos azuis) primeiro por uma dimensão (por exemplo, cor) e depois de um número de tentativas, por outra dimensão (por exemplo, forma). Sua capacidade de mudar de maneira flexível de uma regra de classificação para outra corresponde à sua flexibilidade cognitiva (ou "mudança").

b) *Go-No-Go Task*: é uma avaliação de controle inibitório (capacidade de controlar impulsos comportamentais). Neste jogo, são mostrados às crianças peixes e tubarões e é pedido que toquem na tela do iPad sempre que virem um peixe e não toquem quando virem um tubarão.

Blocos⁷⁰: Subteste que faz parte do teste de Inteligência WIPSI, incluído no cálculo do QI de desempenho, sendo uma medida de capacidade de processamento visuo-espacial e organizacional, além de habilidades não-verbais de resolução de problemas. Por ser uma tarefa cronometrada, ela também é influenciada por habilidades motoras finas. São apresentados blocos idênticos com superfícies vermelhas, brancas, e superfícies que são meio vermelhas e meio brancas. Solicita-se que a criança replique o mesmo padrão de imagem feita com os blocos que o examinador apresenta para ela – primeiro como um modelo físico e, em seguida, como uma imagem bidimensional (desenho no papel).

Testes de Linguagem – Vocabulário Auditivo e Expressivo^{71,72}: O teste de Vocabulário Auditivo avalia as habilidades de compreensão de vocabulário

(vocabulário receptivo auditivo) em uma ampla variedade de áreas, incluindo pessoas, ações, qualidades, partes do corpo, tempo, natureza, lugares, objetos, animais, termos matemáticos, ferramentas e instrumentos; o teste de Vocabulário Auditivo avalia o vocabulário infantil, ou seja, quantos dos objetos apresentados (desenhos impressos em preto, em uma folha de fundo branco) a criança é capaz de nomear. Esses testes são utilizados em crianças de 18 meses a cinco anos de idade, por grau crescente de dificuldade.

Tarefa de animação da teoria da mente (Triangle Task)⁷³: Neste teste gráfico, quatro animações computadorizadas são mostradas às crianças, contendo dois triângulos em movimento: um triângulo vermelho grande e um triângulo azul pequeno. A interação entre os dois triângulos foi desenvolvida para acarretar estados mentais complexos, como a intenção de "enganar" o outro personagem. Essas animações podem ser descritas em termos dos "pensamentos" dos personagens. Após a apresentação de cada animação, foi solicitado que a criança narre o que aconteceu. As respostas das crianças são pontuadas em duas escalas, "Intencionalidade" e "Apropriação". Intencionalidade é pontuada de 0–5, em que 0 representa uma ação não deliberada e 5 uma ação deliberada com a intenção de afetar o estado mental de outra pessoa. A adequação é pontuada em uma escala de 0 a 2, e está relacionada ao entendimento da animação pela criança, conforme o pretendido pelos autores.

Sally Anne: é um teste de teoria da mente, que mede a capacidade da criança de entender o que uma pessoa acredita. Nessa tarefa o experimentador deve apresentar para a criança duas bonecas chamadas Sally e Anne. A Sally tem um cesto e a Anne uma caixa. Sally também tem uma bola de gude, e ela guarda no seu cesto. A Sally sai pra brincar e a Anne resolve pegar a bolinha de gude para colocar na sua caixa. Quando a Sally volta, quer brincar com sua bolinha. O experimentador então deve perguntar para a criança 3 questões relacionadas à teoria da mente.

Teste de reconhecimento das emoções⁷⁴: O teste incluiu fantoches com faces removíveis representando cada uma das emoções básicas primárias (alegria, tristeza, raiva e medo). Avalia o reconhecimento verbal e identificação não verbal

da expressão emocional; Teste de vocabulário auditivo: avalia as habilidades de compreensão de vocabulário (vocabulário receptivo auditivo) em uma ampla variedade de áreas, incluindo pessoas, ações, qualidades, partes do corpo, tempo, natureza, lugares, objetos, animais, termos matemáticos, ferramentas e instrumentos.

Tarefa de altruísmo (Dictator Game)⁷⁵: Nesta tarefa, são dadas 10 balas para a criança, explicando que as balas são as últimas que sobraram, e que são para ela e para a próxima criança que virá depois. São mostradas duas caixas, dizendo que uma é para ela e a outra será para a outra criança. Estimula-se que a criança escolha um adesivo para colar em sua caixa. Solicita-se então que a criança guarde as balas nas caixas, enquanto a entrevistadora vai guardando o material utilizado na entrevista. Se em três minutos a criança não tiver colocado as balas nas caixas, solicita-se novamente que ela o faça.

Interviewer rating of child behavior: Essa tarefa foi executada quando a mãe e a criança já tinham ido embora e a entrevistadora deveria responder questões referentes ao comportamento da criança durante a entrevista. As perguntas eram referentes ao negativismo, instabilidade emocional, inquietação e curta duração da atenção.

Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)^{76,77}: Consiste em uma escala psicométrica composta por 25 itens divididos em 5 sub-escalas de 5 itens cada: problemas emocionais, problemas de conduta, hiperatividade-desatenção, dificuldades de relacionamento e comportamento pró-social. Cada item é pontuado por meio de uma escala Likert de 3 pontos: 0 (falso), 1 (às vezes verdadeiro), e 2 (verdadeiro). As pontuações das sub-escalas e do escore total é realizado a partir da soma simples dos itens. O instrumento é de autorrelato, mas foi aplicado pelas entrevistadoras devido ao baixo nível de escolaridade das mães, que pode prejudicar o entendimento das questões.

Child Behavior Checklist 1½-5 (CBCL)⁷⁸: O CBCL é um instrumento de avaliação de problemas socioemocionais e de comportamento. A versão para crianças de idades entre 1½ a 5 anos é composta por 99 itens a serem respondidos pelos cuidadores primários das crianças avaliadas. Os itens avaliam

sete “escalas síndromes”: 1. Reatividade emocional; 2. Ansiedade-depressão; 3. Queixas somáticas; 4. Retraimento; 5. Problemas com sono; 6. Problemas de atenção-hiperatividade; e 7. Comportamento agressivo. As quatro primeiras escalas síndromes agrupam-se constituindo o total de problemas internalizantes, as duas últimas formam o total de problemas externalizantes. As sete escalas síndromes juntas expressam o “total de problemas emocionais e comportamentais”. Cada avaliação é classificada como “normal”, “limítrofe” ou “clínico”. Além do resultado indicando as escalas síndromes, o CBCL também avalia “problemas de estresse” e gera perfis orientados pelo Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – IV (DSM-IV).

Questionnaire do Estudo ELDEQ⁷⁹: Consiste em uma escala de tipo *Likert*, que avalia comportamentos infantis. É composta por sete subescalas: a) comportamento disruptivo; b) agressão física; c) ansiedade; d) desatenção; e) hiperatividade; f) comportamento opositor; e g) comportamento pró-social. Foi criada para ser aplicada a pais e professores. Foi traduzida para ser utilizada no presente estudo.

Inventory of Callous-Unemotional Traits/ICU⁸⁰: Consiste em uma medida psicométrica desenvolvida para avaliar TCU em crianças e adolescentes, por meio da avaliação dos pais, professores e da própria criança. O ICU inclui 24 questões que são pontuadas em uma escala *Likert* de quatro pontos de 0 (Não é nada), 1 (É um pouco verdade), 2 (É muito verdade) e 3 (É definitivamente verdade). No presente estudo, em virtude da faixa etária da amostra, será aplicada a versão pré-escolar, respondida pelas mães.

Empathy Questionnaire (Em-Que)⁸¹: questionário preenchido pelos pais de crianças de um a seis anos de idade, que indica o nível de empatia das crianças nos últimos dois meses. O questionário é composto por três subescalas: a) “contágio” emocional, com seis itens; b) atenção às emoções alheias, com sete itens; e c) respostas pró-sociais às emoções alheias, com seis itens. Para cada item, os pais devem responder se os comportamentos são apresentados pelos filhos nunca, às vezes, ou frequentemente. Para computar o escore total, os itens

das três subescalas devem ser somados. Foi traduzido para utilização no presente estudo.

Escala de Parentalidade e Ajustamento Familiar/PAFAS⁸²: Inventário que avalia as práticas parentais e o ajuste dos pais e da família. Consiste em uma subescala de Parentalidade de 28 itens, englobando dois domínios: práticas parentais (17 itens) e relacionamento pai-filho (11 itens); e uma escala de Ajustamento Familiar, com 12 itens e englobando três domínios: desajuste emocional parental (5 itens), relações (4 itens) e trabalho parental em equipe (3 itens). Cada item é avaliado em uma escala de pontuação que varia de 0 (não é verdade) a 3 (é muito verdade). Alguns itens são marcados inversamente. Para cada subescala, os itens são somados para fornecer pontuações, com pontuações mais altas indicando níveis mais altos de disfunção. A escala é de autorrelato, mas devido ao nível de escolaridade das mães, as questões foram inqueridas por entrevistadoras.

Atitudes sobre punição física: Esse questionário foi aplicado para as mães e mede a visão dos pais em relação à punição física de crianças. O questionário tem apenas duas questões.

EBSL: Foram aplicadas duas questões do instrumento EBSL com o intuito de saber se os pais acreditam que seus filhos devam receber punição física para serem educados. Também foi perguntado para a mãe se ela tinha conhecimento de alguma lei que proíba a punição física.

Juvenile Victimization Questionnaire⁸³: É um instrumento psicométrico composto por 34 questões que investigam a presença ou ausência (respostas “sim” ou “não”) de eventos divididos em cinco módulos: 1) Crime Convencional; 2) Maus Tratos na Infância; 3) Vitimização por Pares e Irmãos 4) Agressão Sexual; e 5) Testemunho e Vitimização Indireta. Neste estudo, este instrumento foi utilizado para avaliar variáveis ambientais de ocorrência de maus tratos e exposição a eventos estressores. Foi utilizada a versão pré-escolar, aplicada às mães das crianças.

Parent Stress Index: Esse questionário foi aplicado para as mães e mede o quão estressante foi a experiência de ser mãe no último mês. O questionário tem oito questões.

Perceived stress scale: Esse questionário foi aplicado para as mães e mede a percepção do grau de estresse de situações que na vida da pessoa.

Escala de Depressão Pós-Parto de Edimburgo (EPDS)⁸⁴: Escala de rastreamento de depressão pós-parto, bastante utilizada para rastrear sintomas depressivos maternos de forma geral. Contém 10 itens, e sua aplicação dura cinco minutos.

Hooley e Teasdale⁸⁵: É um questionário que apenas as mulheres que possuem companheiro devem responder. São duas perguntas apenas sobre convívio e críticas do companheiro.

WHO VAW Study⁸⁶: Instrumento que avalia violência de gênero contra a mulher, nos âmbitos emocional, físico e sexual. São no total treze perguntas, em que as mulheres deviam responder “sim” ou “não” para cada situação de violência inquerida.

Questionário do cortisol: Esse questionário aborda variáveis que influenciam o cortisol capilar medido por amostra biológica. As questões são sobre medicamentos, fumo, álcool, características do cabelo e hábitos relacionados ao cabelo. As perguntas foram feitas para a mãe sobre o comportamento dela e de seu filho.

Alcohol use disorders identification test (AUDIT): Questionário de rastreamento de transtornos relacionados ao álcool, elaborado pela OMS, já validado No Brasil. É utilizado como ferramenta de rastreamento para problemas relacionados ao consumo de álcool. Este questionário é composto por 10 perguntas, que, ao final, podem conduzir a um somatório total de 0 a 40 pontos.

Coleta de cabelo: Foram coletadas pequenas amostras de cabelo das crianças e de suas mães para medir as concentrações de cortisol acumulado nos últimos três meses. O cabelo deveria estar seco, e as amostras foram extraídas com uma tesoura a partir da região do topo posterior da cabeça. O armazenamento do material biológico foi realizado no biorrepositório previsto para a coorte de nascimentos de Pelotas de 2015, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa CEP/FAMED da Universidade Federal de Pelotas (parecer consubstanciado em anexo). Os cabelos, assim que coletados, foram armazenados em envelopes,

em freezer a -20°C ou -80°C de temperatura. O processamento das amostras, extração do cortisol e quantificação seguiram protocolo padronizado. O cortisol nas amostras de cabelo foi medido usando um kit de ELISA (do inglês *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*, ou ensaio de imunoabsorção enzimática) para cortisol salivar. As análises foram realizadas por uma equipe treinada. Em mais detalhes, os 3 cm de cada amostra de cabelo mais proximais ao couro cabeludo foram cortados com tesoura, pesados e lavados com isopropanol. Após lavagem e secagem do álcool, as amostras foram pulverizadas. O pó de cabelo moído foi transferido e solubilizado em álcool 100% e deixado secar à temperatura ambiente por 48h por duas vezes para que o cortisol seja extraído. Após o procedimento de extração, sobrenadante foi reconstituído com a solução diluente de ensaio de cortisol salivar. As amostras foram, então, quantificadas utilizando a técnica de ELISA em duplicata. Foi utilizado o kit de imunoensaio de alta sensibilidade para cortisol salivar (Cat # 1-3002, Salimetrics, Pensilvânia), seguindo as instruções do fabricante. Os níveis de cortisol são expressos em ng/mg de cabelo. O termo de Consentimento Livre e Esclarecido para a coleta de amostras de cabelo, que foi assinado pelas mães das crianças, encontra-se em anexo.

Questionário do estudo: Além dos instrumentos acima mencionados, foi aplicado um questionário geral, contendo questões demográficas e socioeconômicas.

São apresentados no Quadro 4 o período em que cada instrumento foi avaliado. A cor verde indica avaliado e a cor cinza não avaliado.

Quadro 4. Instrumentos avaliados e período de coleta

Aplicado	Instrumento	Baseline	Pós 4 semanas	Pós 6 semanas
Mãe e criança	Warm up play			
Mãe e criança	Interações responsivas para aprendizagem			
Mãe e criança	Book-sharing			
Mãe e criança	Don't touch			
Mãe e criança	Play alone			
Mãe e criança	Clean up			

Criança	Tarefa de ajuda (cola)			
Criança	Labtab			
Criança	Card sort			
Criança	Go no go			
Criança	Blocos			
Criança	Linguagem – expressiva e auditiva			
Criança	Triângulo			
Criança	Sally- Anne			
Criança	Teste de reconhecimento de emoções			
Criança	Tarefa de altruísmo			
Entrevistadora	Interviewer rating of child behavior			
Mãe	Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)			
Mãe	CBCL			
Mãe	ELDEQ			
Mãe	Inventory of Callous and Unemotional Traits			
Mãe	Em-que			
Mãe	PAFAS			
Mãe	Atitudes sobre punição física			
Mãe	Attitudes to Physical Punishment			
Mãe	Juvenile Victimization Questionnaire			
Mãe	Parenting Stress Index			
Mãe	Perceived Stress Scale			
Mãe	EPDS			
Mãe	Hooley			
Mãe	WHO Violence against women			
Mãe	Hair questionnaire			
Mãe	AUDIT			
Mãe e criança	Mother hair			
Mãe e criança	Child hair			

Legenda: cor verde: avaliado; cor cinza: não avaliado

8. CODIFICAÇÃO DOS VÍDEOS

A codificação dos vídeos foi realizada pela equipe da PUC-RS, liderada pela professora Adriana Arteche. As duas etapas foram: 1) treinamento da equipe de 15 auxiliares de pesquisa com graduação em andamento em Psicologia, realizado por duas codificadoras com nível de doutorado. O treinamento consistiu em reuniões teóricas sobre cada uma das atividades a serem

codificadas, seguidas de etapa prática com a codificação em blocos de 10 vídeos com posterior correção e retreinamento até que cada codificador atingisse o nível de 90% de concordância com o treinador; 2) consistiu na fidedignidade da codificação realizada pela equipe de auxiliares, com 20% dos vídeos de cada codificador sendo codificados por uma das treinadoras com doutorado, considerando um nível de concordância mínimo de 80%.

9. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade foi realizado com o objetivo de identificar erros ou respostas falsas e calcular a concordância entre as respostas, através da estatística Kappa. Quatro questões eram reaplicadas para todas as mães após a realização da entrevista e do sorteio para os grupos de intervenção ou controle.

As perguntas utilizadas foram “Possui companheiro?”; “Você sabe de alguma lei que proíba o abuso infantil?”; “Seu filho não suporta esperar e quer tudo imediatamente?”; “A criança frequenta escola ou creche?”.

O valor do Kappa variou de 0.50 (para a questão “Seu filho não suporta esperar e quer tudo imediatamente?”) a 0.98 (para a questão “A criança frequenta escola ou creche?”).

10. SELEÇÃO E TREINAMENTO DAS ENTREVISTADORAS

Pré-requisitos para inscrição: ser do sexo feminino e ter carga horária disponível.

A divulgação do processo seletivo ocorreu através do Facebook, na segunda quinzena de maio de 2018. Foi solicitado que as candidatas entregassem no centro de pesquisas epidemiológicas um currículo com foto e uma grade preenchida com os horários disponíveis. Inscreveram-se no processo seletivo 38 candidatas. Uma pré-seleção das inscritas foi realizada, sendo selecionadas 27 candidatas para o treinamento.

O treinamento ocorreu no período entre 21 de maio a 08 de junho de 2018. Ao final da semana foi realizado o piloto como método de avaliação final.

A avaliação das candidatas foi realizada com base nos seguintes critérios:

- disponibilidade de horário;
- entrevista com psicóloga;
- desempenho no estudo piloto.

Ao todo foram contratadas 10 entrevistadoras. Foi realizado no nos dias 3 e 4 do mês de setembro um retreinamento com o objetivo de manter o padrão e qualidade dos dados.

11. LOGÍSTICA DO TRABALHO DE CAMPO

11.1 Onda 1 (linha de base)

a) Clínica

Neste estudo a coleta de dados ocorreu no Centro de Pesquisas em Saúde Amilcar Gigante, em uma clínica especialmente montada para atender as mães e crianças integrantes das coortes de nascimento de Pelotas. O trabalho de campo da onda 1 teve duração de 74 dias.

b) Agendamentos

Os agendamentos foram realizados através de contato telefônico, no qual era explicado sobre o estudo e verificada disponibilidade da mãe para comparecer as intervenções. Caso não fosse possível contato com a mãe através do telefone, um integrante da equipe visitava a residência da mesma. Eram agendadas quatro mães e quatro crianças por turno.

c) Fluxo durante a visita

As mães e crianças chegavam ao centro de pesquisas epidemiológicas e se dirigiam a recepção do estudo, localizada no prédio B, onde a recepcionista solicitava para a mãe a apresentação de documento de identidade e feita a confirmação/atualização de algumas informações. Uma entrevistadora conduzia a mãe da recepção até a sala de entrevista e lia o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A entrevistadora que seria posteriormente só da criança aplicava os instrumentos que a mãe deveria estar junto. Uma segunda entrevistadora buscava a mãe para responder algumas perguntas em outra sala - caso a criança não aceitasse ficar separada da mãe, as duas entrevistas (mãe e criança) eram conduzidas na mesma sala. Após o término desses procedimentos mãe e filho eram levados para a sala de recreação, onde era oferecido um lanche para a mãe e para a criança e a criança podia brincar com diferentes brincadeiras, sendo acompanhada por uma recreacionista. Por último era realizada a coleta de cabelo, o sorteio para os grupos de intervenção e o controle de qualidade.

d) Randomização

A alocação dos indivíduos para cada um dos três grupos (ACT, CC ou controle) foi feita pelo processo de minimização ao final da visita. Esse método consiste em um balanceamento entre os grupos de acordo com determinadas variáveis e cada participante leva em consideração as características de todos já alocados⁸⁷. O programa usado no estudo para realizar a minimização foi o MINIM⁸⁸. As variáveis usadas para fazer o balanceamento tinham peso 1,0 e foram: idade em duas categorias (<3 anos e ≥3 anos), sexo (masculino e feminino), escore de agressão da criança aos 2 anos (<4 e ≥4) e escore de disciplina parental severa aos 2 anos da criança (<6 e ≥6). A probabilidade dos indivíduos entrarem em cada grupo era 33,3%.

e) Tempo na clínica

O tempo de duração da visita à clínica foi de, em média, 2 horas e 16 minutos.

f) Intervenção

As intervenções tiveram início no dia 2 de julho de 2018. Ao todo foram formados 44 grupos de intervenção (16 de ACT e 28 de CC) e os locais onde esses encontros foram realizados foram cedidos pela prefeitura de Pelotas - sendo eles em sua maioria escolas, mas também a faculdade Anhanguera, salas do PIM (Programa Primeira Infância Melhor) e o Centro de Pesquisas Epidemiológicas da UFPel. As mães foram alocadas para o lugar mais próximo a sua residência.

As intervenções eram realizadas por facilitadores. As facilitadoras do ACT eram coordenadoras das escolas municipais e assistentes sociais (n=14), enquanto o CC contou com 13 facilitadoras do PIM.

O treinamento das facilitadoras pertencentes ao CC foi desenvolvido por Peter Cooper e Lynne Murray e inicialmente apresentado para os supervisores das facilitadoras em Pelotas, num período de cinco dias. Subsequentemente, o treinamento das facilitadoras foi realizado por David Jeffrey (Mikhulu Trust) juntamente com Tâmara Biolo e Maria Gabriela Andriotti (supervisoras) ao longo de duas semanas. Já o treinamento das facilitadoras do ACT foi ministrado por Elisa Altafim (treinadora certificada pela *American Psychology Association*). O treinamento de ambas as intervenções foi ministrado no início de 2018, permitindo que as facilitadoras tivessem alguns meses para praticar antes da implementação das intervenções (julho).

Em relação ao ACT, os(as) facilitadores(as) receberam supervisão à distância (sessões gravadas, aulas no Google e discussões via Skype) e presencial (pela psicóloga Suélen Cruz). Durante o período da intervenção, o CC contou com duas supervisoras que forneciam suporte semanal aos facilitadores,

enquanto o ACT com uma supervisora que também fornecia suporte semanal. Além disso, para garantir a qualidade das intervenções, um membro da equipe assistiu 10% dos vídeos filmados durante as sessões e avaliou o conteúdo para determinar a fidelidade.

Cada grupo de CC e ACT tiveram duração de oito e nove semanas, respectivamente. As participantes recebiam um lanche e, no caso das mães do ACT, tinham a possibilidade de deixar os filhos com uma recreacionista para participar do grupo com maior atenção.

O número total de grupos de cada uma das intervenções, o local em que as mesmas foram realizadas e o(a) facilitador(a) que ministrou a sessão são apresentadas nos quadros 5 e 6.

Quadro 5. Grupos de ACT

	Facilitador(a)	Local	Observações
Grupo 1	Suzana	Escola Bernardo de Souza	
Grupo 2	Meri	Escola Bernardo de Souza	
Grupo 3	Daniele	Escola José Lins do Rego	Apenas 6 sessões. Mães foram pra outro grupo
Grupo 4	Eliane	Escola Érico Veríssimo	
Grupo 5	Ciberie	Escola Bernardo de Souza	A partir da 6ª sessão, a facilitadora foi a Eliane
Grupo 6	Ciberie	Escola Bernardo de Souza	A partir da 6ª sessão, o facilitador foi o Pablo
Grupo 7	Olga	Escola Paulo Freire	
Grupo 8	Denise	Escola Vinícius de Moraes	
Grupo 9	Maribel	Escola Bibiano de Almeida	
Grupo 10	Pablo	Escola Francisco Caruccio	

Grupo 11	Jaqueline	Escola Francisco Caruccio	Algumas sessões na Anhanguera
Grupo 12	Verônica	Escola Francisco Caruccio	Algumas sessões na Anhanguera
Grupo 13	Thais	Escola Darcy Ribeiro	
Grupo 14	Andreia	Escola Mario Quintana	A 6ª sessão foi ministrada pela facilitadora Olga
Grupo 15	Pablo	Centro de Pesquisas Epidemiológicas	
Grupo 16	Verônica	Escola Monteiro Lobato	

Quando 6. Grupos de CC

	Facilitador(a)	Local	Observações
Grupo 1	Dionatan	Escola Ruth Blank	Apenas 5 sessões. Mães mudaram para outro grupo e o facilitador saiu
Grupo 2	Eduardo	CETEP	
Grupo 3	Bruna	CETEP	Esse grupo se juntou com o grupo 2, pois ambos tinham poucas participantes
Grupo 4	Lilian	CETEP	
Grupo 5	Maria Vitoria	CREAS	Apenas 3 sessões. Mães foram para outros grupos
Grupo 6	Marcos Roberto	CREAS	
Grupo 7	Marciela	CREAS	
Grupo 8	Nathaly	CREAS	
Grupo 9	Bruna	Escola Bernardo de Souza	

Grupo 10	Ana Catarina	CETEP	Apenas 3 sessões. Juntou-se com o grupo 4
Grupo 11	Tatiana	Escola Paulo Freire	
Grupo 12	Jéssica	Escola Vinícius de Moraes	
Grupo 13	Ana Francine	Escola Vinícius de Moraes	
Grupo 14	Dionatan	Escola Bibiano de Almeida	A partir da 6ª sessão foi ministrada pelo facilitador Marcos Roberto
Grupo 15	Marcos Roberto	Escola Paulo Freire	
Grupo 16	Dionatan	Escola Francisco Caruccio	A partir da 6ª sessão foi ministrada pelo facilitador Edmar
Grupo 17	Ana Catarina	Escola Francisco Caruccio	
Grupo 18	Jéssica	Escola Francisco Caruccio	
Grupo 19	Cintia	Faculdade Anhanguera	
Grupo 20	Lilian	Faculdade Anhanguera	Algumas sessões foram no PIM (Rodoviária)
Grupo 21	Tatiana	Escola Francisco Caruccio	Algumas sessões foram no CETEP
Grupo 22	Marciela	PIM (Rodoviária)	
Grupo 23	Marciela	PIM (Rodoviária)	A partir da 2ª sessão foi ministrada pelo facilitador Edmar
Grupo 24	Edmar	PIM (Rodoviária)	
Grupo 25	Ana Francine	PIM (Rodoviária)	
Grupo 26	Ana Catarina	Centro de Pesquisas Epidemiológicas	

Grupo 27	Marcos Roberto	PIM (Rodoviária)	A 5ª sessão foi ministrada pela facilitadora Cíntia
Grupo 28	Ana Catarina	PIM (Rodoviária)	

g) Controle adesão

O percentual de adesão foi monitorado semanalmente. Estratégias para o aumento desse percentual foram adotadas no decorrer do estudo, entre elas sorteio de prêmios, ajuda na locomoção das mães até os locais da intervenção através de vans ou Uber.

h) Vans

Com o objetivo de aumentar a adesão à intervenção foi oferecido as mães o transporte através de vans, as quais poderiam buscá-las em sua casa e levá-las ao primeiro encontro. Para aquelas mães que residiam longe do local da intervenção as vans eram ofertadas em todos os encontros. Além disso, a oferta do transporte também era feita em dias de chuva.

h) Reagendamentos

As mães que não puderam comparecer a algum encontro do seu grupo eram realocadas para outro grupo/horário para recuperar a sessão perdida. Além disso, para aquelas mães que não poderiam comparecer em horários diurnos foi oferecido encontro noturno realizado no centro de pesquisas epidemiológicas.

k) Ajuda de custo

Para aquelas mães que compareciam ao centro de pesquisas epidemiológicas para o baseline do estudo era oferecido uma ajuda de custo de R\$50,00. Além disso, uma ajuda de custo no valor de R\$22,00 foi dada em cada encontro das intervenções.

11.2. Onda 2 (avaliação pós-intervenção)

Em média, duas semanas após o último encontro da intervenção as mães e crianças retornaram ao centro de pesquisas epidemiológicas para uma outra avaliação, focada nos estilos parentais.

a) Agendamento

Eram agendadas 8 entrevistas por turno, sendo quatro para as mães e quatro para as crianças.

b) Clínica

A mesma logística realizada no agendamento e no fluxo durante a visita na onda 1 foi também realizada na onda 2, com exceção sorteio para os grupos de intervenção e o controle de qualidade os quais não foram realizados.

c) Ajuda de custo

Assim como na onda 1, as mães que compareciam ao centro de pesquisas epidemiológicas para onda 2 recebiam ajuda de custo no valor de 50 reais.

11.3. Onda 3 (acompanhamento de 6 meses após intervenção)

Durante o ano de 2019 será realizado o acompanhamento de 4 anos das crianças da coorte 2015, nesse acompanhamento serão realizadas questões referentes a esse estudo, com intuito de avaliar os efeitos das intervenções a longo prazo, com um enfoque no desenvolvimento e comportamento da criança.

12. Mudanças de protocolo

Durante o campo algumas mudanças não anteriormente previstas ocorreram, foram elas:

- Era previsto que todas as crianças utilizassem o mesmo livro durante o baseline, porém houve problema com a entrega dos mesmos e por isso diversos livros foram utilizados.
- Durante o campo a configuração de alguns tablets foi modificada tornando a duração do teste go-no-go mais curta do que o planejado, assim que a supervisora de campo percebeu o problema foi corrigido.
- Durante o campo houve um problema no programa utilizado para coleta de dados, sendo alguns números de identificação misturados entre os participantes. Os dados foram corrigidos através de informações que haviam sido obtidas em papel e uma extensa busca em backups, porém nem todos os dados foram recuperados. Os dados missing do instrumento para medir autocontrole na criança (interviewer rating Moffitt) foram recuperados através das filmagens, no qual as entrevistadoras responderam ao questionário com base nos testes filmados (ambientação da criança na sala de entrevista, Book-sharing, Don't touch, Play alone, Clean up, Help task, LabTab).
- Caso a criança não aceitasse ficar sozinha com a entrevistadora na sala, a mãe permanecia junto.

13. ADESÃO

Abaixo são apresentados os percentuais finais de adesão por semana, por grupo de intervenção e também o percentual de mães que completaram o número mínimo de encontros – a adesão somente foi considerada para aquelas mães que completaram 7 encontros para o ACT (de um total de 9) e 6 para o CC (de um total de 8). Como esperado o percentual de adesão diminuiu conforme o passar das semanas (83,0% semana 1 e 64,8% semana 8) (Tabela 1). A adesão do CC foi mais elevada, sendo no oitavo encontro a diferença de 5,9 pontos percentuais entre as duas intervenções (Tabela 2 e Tabela 3). Além disso, o número de mães que completou o número mínimo de encontros também foi maior no CC do que no ACT, respectivamente 77% e 64% (Figura 2).

Tabela 1. Percentual de adesão semanal para todas as mães participantes em ACT e CC do PIÁ

Semana	n		%
	Total	Compareceu	adesão
1	247	205	83,0%
2	247	197	79,8%
3	247	183	74,1%
4	247	183	74,1%
5	247	175	70,8%
6	247	173	70,0%
7	247	169	68,4%
8	247	160	64,8%
9*	123	75	61,0%

*apenas ACT (CC tem somente 8 sessões)

Tabela 2. Percentual de adesão semanal para as mães do grupo ACT

Semana	n		%
	ACT	Compareceu	adesão
1	123	100	81,3%
2	123	93	75,6%
3	123	83	67,5%
4	123	83	67,5%
5	123	79	64,2%
6	123	79	64,2%
7	123	77	62,6%
8	123	77	62,6%
9	123	75	61,0%

Tabela 3. Percentual de adesão semanal para as mães do grupo CC

Semana	n		%
	CC	Compareceu	adesão
1	124	105	84,7%
2	124	104	83,9%
3	124	100	80,6%
4	124	100	80,6%
5	124	96	77,4%
6	124	91	73,4%
7	124	92	74,2%
8	124	83	66,9%

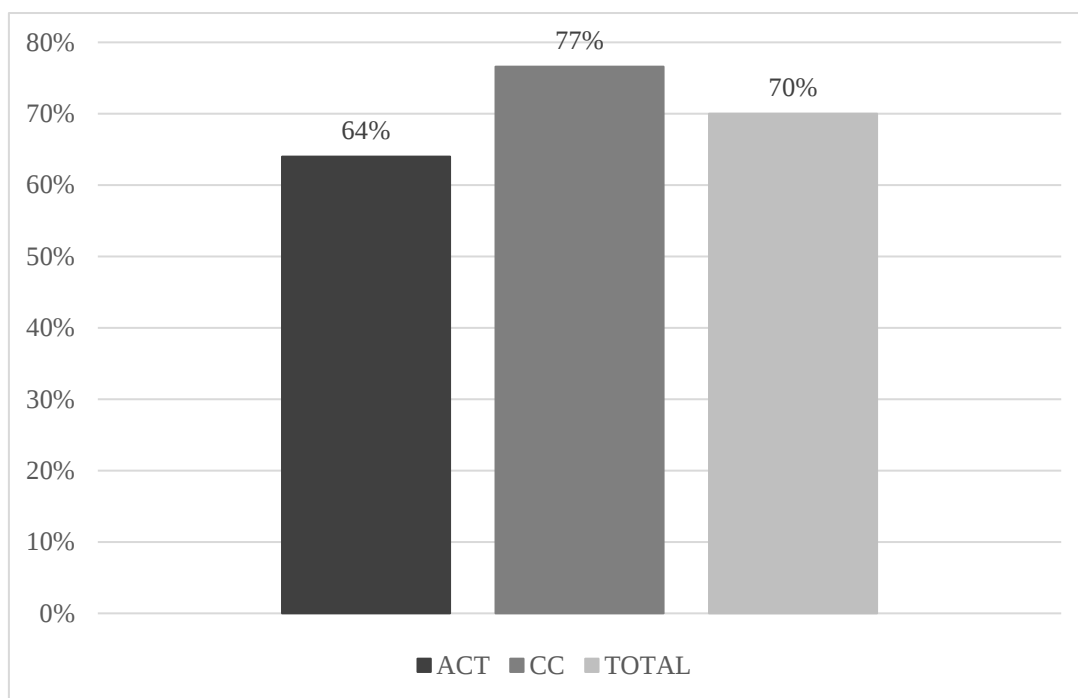


Figura 2. Percentual de mães que completaram o número mínimo de visitas (ACT = 64%; CC = 77%) e total

14. GERENCIAMENTO DOS DADOS

O download dos dados foi realizado periodicamente ficando armazenados no software RedCap. Além disso, foi realizado o controle de possíveis inconsistências.

15. FINANCIAMENTO

O estudo Piá foi financiado pela Fondation Botnar, Wellcome Trust e Prefeitura de Pelotas.

16. REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. World report on violence and health. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2002.

2. World Health Organization. Strengthening the role of the health system in addressing violence, in particular against women and girls, and against children (Resolution WHA67.15). *67th World Health Assembly, Geneva* 2014: 19-24.
3. Haagsma JA, Graetz N, Bolliger I, et al. The global burden of injury: incidence, mortality, disability-adjusted life years and time trends from the Global Burden of Disease study 2013. *Inj Prev* 2016; 22(1): 3-18.
4. Chioda L. Stop the Violence in Latin America: A Look at Prevention from Cradle to Adulthood. Washington, DC: World Bank; 2017.
5. Institute for Health Metrics and Evaluation. Global Burden of Disease 2015 Data. 2016. <http://www.healthdata.org/gbd/data> (accessed March 2017).
6. Cerqueira DRC, Carvalho AXY, Lobão W, Rodrigues RI. Análise dos custos e conseqüências da violência no Brasil [Analysis of the costs and consequences of violence in Brazil]. Brasilia, DF, Brazil: Institute de Pesquisa EconômiCa Aplicada, 2007.
7. Hillis S, Mercy J, Amobi A, Kress H. Global Prevalence of Past-year Violence Against Children: A Systematic Review and Minimum Estimates. *Pediatrics* 2016; 137(3): 1-13.
8. United Nations Children's Fund. Hidden in Plain Sight: A statistical analysis of violence against children. New York: UNICEF; 2014.
9. Devries KM, Mak JYT, García-Moreno C, et al. The Global Prevalence of Intimate Partner Violence Against Women. *Science* 2013; 340(6140): 1527-8.
10. Gilbert R, Widom CS, Browne K, Fergusson D, Webb E, Janson S. Burden and consequences of child maltreatment in high-income countries. *The Lancet* 2009; 373(9657): 68-81.
11. Matzopoulos R, Bowman B, Butchart A, Mercy JA. The impact of violence on health in low- to middle-income countries. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* 2008; 15(4): 177 - 87.
12. Ellsberg M, Jansen HAFM, Heise L, Watts CH, Garcia-Moreno C. Intimate partner violence and women's physical and mental health in the WHO multi-

country study on women's health and domestic violence: an observational study. *The Lancet*; 371(9619): 1165-72.

13. World Health Organization. Global Status Report on Violence Prevention 2014. Geneva: World Health Organisation, 2014.

14. United Nations Office on Drugs and Crime. 2011 Global study on homicide: Trends, contexts, data. Vienna, Austria: United Nations Office on Drugs and Crime, 2011.

15. Shenderovich Y, Eisner M, Mikton C, Gardner F, Liu J, Murray J. Methods for conducting systematic reviews of risk factors in low- and middle-income countries. *BMC Med Res Methodology* 2016; 16:32(1): 1-8.

16. Mikton C, Power M, Raleva M, et al. The assessment of the readiness of five countries to implement child maltreatment prevention programs on a large scale. *Child Abuse Negl* 2013; 37(12): 1237-51.

17. Derzon J. The correspondence of family features with problem, aggressive, criminal, and violent behavior: a meta-analysis. *Journal of Experimental Criminology* 2010; 6(3): 263-92.

18. Lipsey MW, Derzon JH. Predictors of violent or serious delinquency in adolescence and early adulthood: A synthesis of longitudinal research. In: Farrington DP, Loeber R, eds. *Serious and violent juvenile offenders: Risk factors and successful interventions*. Thousand Oaks, CA: Sage; 1998: 86-105.

19. Farrington DP. Prospective longitudinal research on the development of offending. *Aust Nz J Criminol* 2015; 48(3): 314-35.

20. Hawkins JD, Herrenkohl TI, Farrington DP, et al. *Predictors of Youth Violence*. Washington, DC: Office of Juvenile Justice and Delinquency Prevention, U.S. Department of Justice; 2000.

21. Rutter M, Giller H, Hagell A. *Antisocial behavior by young people*. Cambridge, England: Cambridge University Press; 1998.

22. Eisner M, Malti T. The Development of Aggressive Behavior and Violence. In: Lamb ME, ed. *Handbook of Child Psychology and Developmental Science*. New York, NY: Wiley; 2015: 795-884

23. Tanner-Smith EE, Wilson SJ, Lipsey M. Risk factors and crime In: Cullen FT, Wilcox P, eds. *The Oxford Handbook of Criminological Theory*. Oxford, England; 2013: 89-111.
24. Murray J, Farrington DP. Risk Factors for Conduct Disorder and Delinquency: Key Findings From Longitudinal Studies. *Canadian Journal of Psychiatry* 2010; 55(10): 633–42.
25. Farrington DP. Longitudinal and Experimental Research in Criminology. In: Tonry M, ed. *Crime and Justice*. Chicago, IL: University of Chicago Press; 2013: 453-527.
26. Murray J, Irving B, Farrington DP, Colman I, Bloxsom CAJ. Very early predictors of conduct problems and crime: results from a national cohort study. *J Child Psychol Psychiatry* 2010; 51(11): 1198-207.
27. Moffitt TE. Adolescence-limited and life-course-persistent antisocial behavior: A developmental taxonomy. *Psychol Rev* 1993; 100(4): 674-701.
28. Murray J, Menezes AMB, Hickman M, et al. Childhood behaviour problems predict crime and violence in late adolescence: Brazilian and British birth cohort studies. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2015; 50(4): 579-89.
29. Murray J, Maughan B, Menezes AMB, et al. Perinatal and sociodemographic factors at birth predicting conduct problems and violence to age 18 years: comparison of Brazilian and British birth cohorts. *J Child Psychol Psychiatry* 2015; 56(8): 835-932.
30. Salatino-Oliveira A, Murray J, Kieling C, et al. COMT and prenatal maternal smoking in associations with conduct problems and crime: the Pelotas 1993 birth cohort study. *Scientific Reports* 2016; 6: 29900.
31. Murray J, Hallal PC, Mielke GI, et al. Low resting heart rate is associated with violence in late adolescence: a prospective birth cohort study in Brazil. *Int J Epidemiol* 2016; 45(2): 491-500.
32. Murray J, Hallal PC, Mielke GI, Raine A, Wehrmeister FC, Barros F. Heart rate reactivity and antisocial behaviour. *Int J Epidemiol* 2016; 45(5): 1687-9.

33. Gallo EAG, Menezes AMB, Murray J, et al. Criminal victimization in childhood and adolescence according to official records: the Pelotas (Brazil) birth cohort study. *Cad Saude Publica* 2016; 32(8): e00072915.
34. Hammerton G, Mahedy L, Murray J, et al. Effects of Excessive Alcohol Use on Antisocial Behavior Across Adolescence and Early Adulthood. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 2017; 56(10): 857-65.
35. Murray J, Burgess S, Zuccolo L, Hickman M, Gray R, Lewis SJ. Moderate alcohol drinking in pregnancy increases risk for children's persistent conduct problems: causal effects in a Mendelian randomisation study. *J Child Psychol Psychiatry* 2016; 57(5): 575-84.
36. Gallo EAG, De Mola CL, Wehrmeister F, Gonçalves H, Kieling C, Murray J. Childhood maltreatment preceding depressive disorder at age 18 years: A prospective Brazilian birth cohort study. *J Affect Disord* 2017; 217: 218-24.
37. Farrington DP, Coid JW, editors. Early Prevention of Adult Antisocial Behaviour. Cambridge, England: Cambridge University Press; 2003.
38. Moffitt TE, Caspi A, Harrington H, Milne BJ. Males on the life-course-persistent and adolescence-limited antisocial pathways: Follow-up at age 26 years. *Dev Psychopathol* 2002; 14: 179-207.
39. Odgers CL, Caspi A, Broadbent JM, et al. Prediction of Differential Adult Health Burden by Conduct Problem Subtypes in Males. *Arch Gen Psychiatry* 2007; 64(4): 476-84.
40. Odgers CL. The life-course persistent pathway of antisocial behaviour: Risks for violence and poor physical health. In: Hodgins S, Viding E, Plodowski A, eds. *The Neurobiological Basis of Violence: Science and Rehabilitation*. Oxford: Oxford University Press; 2009: 23-41.
41. Garner AS, Shonkoff JP. Early childhood adversity, toxic stress, and the role of the pediatrician: translating developmental science into lifelong health. *Pediatrics* 2012; 129(1): e224-31.

42. Moffitt TE. Childhood exposure to violence and lifelong health: Clinical intervention science and stress-biology research join forces. *Dev Psychopathol* 2013; 25: 1619-34.
43. Blair RJR, Leibenluft E, Pine DS. Conduct Disorder and Callous–Unemotional Traits in Youth. *N Engl J Med* 2014; 371(23): 2207-16.
44. Moffitt TE, Arseneault L, Belsky D, et al. A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2011; 108(7): 2693-8.
45. Keenan K, Shaw DS. Starting at the beginning: Exploring the etiology of antisocial behavior in the first years of life. Causes of conduct disorder and juvenile delinquency. New York, NY, US: Guilford Press; 2003: 153-81.
46. Blair RJR. The neurobiology of psychopathic traits in youths. *Nat Rev Neurosci* 2013; 14(11): 786-99.
47. Kim JJ, Haller J. Glucocorticoid hyper- and hypofunction: stress effects on cognition and aggression. *Ann N Y Acad Sci* 2007; 1113: 291-303.
48. Mol SE, Bus AG, de Jong MT, Smeets DJH. Added Value of Dialogic Parent–Child Book Readings: A Meta-Analysis. *Early Education and Development* 2008; 19(1): 7-26.
49. Patterson GR. Coercion as a basis for early age of onset for arrest. In: McCord J, ed. Coercion and punishment in long-term perspectives. Cambridge, England: Cambridge University Press; 1995: 81-105.
50. Hoeve M, Dubas J, Eichelsheim V, van der Laan P, Smeenk W, Gerris J. The Relationship Between Parenting and Delinquency: A Meta-analysis. *J Abnorm Child Psychol* 2009; 37(6): 749-75.
51. Lee V, Hoaken PNS. Cognition, Emotion, and Neurobiological Development: Mediating the Relation Between Maltreatment and Aggression. *Child Maltreatment* 2007; 12(3): 281-98.
52. Belsky J. Etiology of child maltreatment: A developmental ecological analysis. *Psychol Bull* 1993; 114(3): 413-34.

53. World Health Organization & International Society for Prevention of Child Abuse and Neglect. Preventing child maltreatment: a guide to taking action and generating evidence Geneva: World Health Organization; 2006.
54. World Health Organization. Preventing youth violence: an overview of the evidence. Geneva: World Health Organization, 2015.
55. MacMillan HL, Wathen CN, Barlow J, Fergusson DM, Leventhal JM, Taussig HN. Interventions to prevent child maltreatment and associated impairment. *The Lancet*; 373(9659): 250-66.
56. Wessels I, Mikton C, Ward C, Kilbane T, Alves R. Preventing violence: Evaluating outcomes of parenting programmes. Technical Report. Geneva: World Health Organization; 2013.
57. Ward C, Sanders MR, Gardner F, Mikton C, Dawes A. Preventing child maltreatment in low- and middle-income countries: Parent support programs have the potential to buffer the effects of poverty. *Child Abuse Negl* 2016; 54(Supplement C): 97-107.
58. Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *The Lancet* 2007; 369(9555): 60-70.
59. Piquero AR, Jennings WG, Diamond B, et al. A meta-analysis update on the effects of early family/parent training programs on antisocial behavior and delinquency. *Journal of Experimental Criminology* 2016; 12(2): 229-48.
60. Dale PS, Crain-Thoreson C, Notari-Syverson A, Cole K. Parent-Child Book Reading as an Intervention Technique for Young Children with Language Delays. *Topics in Early Childhood Special Education* 1996; 16(2): 213-35.
61. Blom-Hoffman J, O'Neil-Pirozzi TM, Cutting J. Read together, talk together: The acceptability of teaching parents to use dialogic reading strategies via videotaped instruction. *Psychology in the Schools* 2006; 43(1): 71-8.
62. Whitehurst GJ, Falco FL, Lonigan CJ, et al. Accelerating language development through picture book reading. *Dev Psychol* 1988; 24(4): 552-9.

63. Knerr W, Gardner F, Cluver L. Improving Positive Parenting Skills and Reducing Harsh and Abusive Parenting in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review. *Prev Sci* 2013; 14(4): 1-12.
64. Prime H, Browne D, Akbari E, Wade M, Madigan S, Jenkins JM. The development of a measure of maternal cognitive sensitivity appropriate for use in primary care health settings. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*. 2015;56(4):488-95.
65. Ambady N. The Perils of Pondering: Intuition and Thin Slice Judgments. *Psychological Inquiry*. 2010;21(4):271-8
66. Murray L, et al. Randomized controlled trial of a book-sharing intervention in a deprived South African community: effects on carer–infant interactions, and their relation to infant cognitive and socioemotional outcome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2016; 57(12): 1370-1379
67. Buttelmann D, Carpenter M, Tomasello M. Eighteen-month-old infants show false belief understanding in an active helping paradigm. *Cognition* 2009; 112(2): 337-342
68. Gagne J, et al. Deriving childhood temperament measures from emotion-eliciting behavioral episodes: Scale construction and initial validation." *Psychological Assessment* 2011; 23(2): 337.
69. Howard S, Melhuish E. An early years toolbox for assessing early executive function, language, self-regulation, and social development: Validity, reliability, and preliminary norms. *Journal of psychoeducational assessment* 2017; 35(3): 255-275.
70. Wechsler D. Primary Index Scales, and Verbal Comprehension Index. Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence—Fourth Edition; 2012.
71. Capovilla FC, Prudêncio ER. Teste de vocabulário auditivo por figuras: normatização e validação preliminares. *Avaliação psicológica* 2006; 5(2).
72. Capovilla ,FC, Negrão VB, Damazio M. Teste de Vocabulário Auditivo e Teste de Vocabulário Expressivo. São Paulo, SP: Memnon Edições Científicas Ltda; 2011.

73. Abell F, Happe F, Frith U. Do triangles play tricks? Attribution of mental states to animated shapes in normal and abnormal development. *Cognitive Development* 2000; 15(1): 1-16.
74. Maló Machado P, Veríssimo M, Denham S. O teste de Conhecimento das Emoções para crianças de idade pré-escolar. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica* 2012; 2(34).
75. Benenson JF, Pascoe J, Radmore N. Children's altruistic behavior in the dictator game. *Evolution and Human Behavior* 2007; 28(3):168-175.
76. Goodman, R. The Strengths and Difficulties Questionnaire: a research note. *Journal of child psychology and psychiatry* 1997; 38(5): 581-586.
77. Fleitlich B, Loureiro M., Fonseca A, Gaspar M. (2005). *Questionário de Capacidades e de Dificuldades (SDQ-Por) [Strengths and Difficulties Questionnaire — Portuguese version]*. Obtido de <https://pt.scribd.com/doc/39826174/Questionario-de-Capacidades-eDificuldades-SDQ-Por>
78. Achenbach, T., Rescorla, L., Burlington, V. T. (2000). Manual for the ASEBA Preschool forms and profiles, University of Vermont, Department of Psychiatry.
79. Côté, S. M., Boivin, M., Nagin, D. S., & et al. (2007). The role of maternal education and nonmaternal care services in the prevention of children and physical aggression problems. *Archives of General Psychiatry*, 64(11), 1305-1312. doi: 10.1001/archpsyc.64.11.1305.
80. Rigatti R et al. Adaptação transcultural do Inventory of Callous-Unemotional Traits para avaliação de traços de insensibilidade e afetividade restrita de adolescentes no Brasil. *Revista Gaúcha de Enfermagem* 2017; 38(3).
81. Rieffe C, Ketelaar L, Wiefferink C. Assessing empathy in young children: Construction and validation of an Empathy Questionnaire (EmQue). *Personality and individual differences* 2010; 49(5): 362-367.
82. Sanders MR, Morawska A. Family background questionnaire. *Brisbane: Parenting and Family Support Centre*, 2010.

83. Finkelhor D, et al. The Juvenile Victimization Questionnaire: reliability, validity, and national norms. *Child abuse & neglect* 2005; 29(4): 383-412.

84. Santos, IS, Matijasevich A, Tavares BF, Barros AJD, Botelho IP, Lapolli C, et al. Validation of the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) in a sample of mothers from the 2004 Pelotas Birth Cohort Study. *Cad Saude Publica*. 2007;23(11):2577-88. DOI: 10.1590/S0102-311X2007001100005

85. Hooley, J. M., & Teasdale, J. D. (1989). Predictors of relapse in unipolar depressives: Expressed emotion, marital distress, and perceived criticism. *Journal of Abnormal Psychology*, 98(3), 229-235.

86. Schraiber LB, et al. Validade do instrumento WHO VAW STUDY para estimar violência de gênero contra a mulher. *Revista de Saúde Pública* 2010; 44(4): 658-666.

Minim:

87. Altman DG, Bland JM. Treatment allocation by minimisation. *British Medical Journal*. 2015;330:1.

88. Evans S, Royston P, Day S. Minim: Allocation by minimisation in clinical trials. Disponível em: <http://www.users.york.ac.uk/~mb55/guide/minim.htm>

ARTIGO ORIGINAL 1

Publicado na revista "*Journal of Sleep Research*" em agosto de 2020



REGULAR RESEARCH PAPER



Sleep duration trajectories from adolescence to emerging adulthood: Findings from a population-based birth cohort

Adriana Kramer Fiala Machado | Andrea Wendt | Ana Maria Baptista Menezes | Helen Gonçalves | Fernando César Wehrmeister

Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brazil

Correspondence

Adriana Kramer Fiala Machado,
Universidade Federal de Pelotas, 1160 - 3rd
Floor, CEP 96020-220, Pelotas, RS, Brazil.
Email: drikramer@hotmail.com

Funding information

Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior, Grant/Award
Number: 001; Conselho Nacional de
Desenvolvimento Científico e Tecnológico,
Grant/Award Number: 400943/2013- 1

Abstract

This study aimed to describe longitudinal trajectories of sleep duration, among adolescents and adults from the Pelotas (Brazil) 1993 Birth Cohort, as well as characterize different trajectories groups according to socioeconomic, demographic and behavior characteristics. Sleep duration, hours per day (from Monday to Friday), bedtime and wake-up time were self-reported by participants at ages 11, 18 and 22 years. Covariables included socioeconomic, demographic, health and behavior characteristics. Trajectory analysis was performed using a semi-parametric, group-based modelling approach. Prevalence and 95% confidence interval were obtained to describe covariables and sleep trajectory groups. Chi-square test was employed in statistical analysis and all analyses were stratified by sex. A total of 3,395 individuals were included in the analysis. In both sexes, bedtime became later across years, while wake-up time presented little variation. Differences according sex were more pronounced from 18 years onwards. Three trajectories of sleep duration from 11 to 22 years were identified for males: "increase and maintenance" (3.4%), "fast reduction and maintenance" (45.0%) and "constant reduction" (51.6%). While in females the trajectories identified were: "increase and decrease" (2.4%), "fast reduction and maintenance" (25.6%) and "constant reduction" (72.0%). Men and women who belong to trajectories with longer sleep durations were more likely to present higher percentages of some risk behaviors and poor socioeconomic condition. Our results have provided longitudinal information regarding sleep duration trajectories in a medium-sized city in Brazil, aiming at filling an existing gap in literature from low- and middle-income countries.

KEYWORDS

adolescents, adults, cohort studies, sleep duration

1 | INTRODUCTION

Adequate sleep is essential not only for mental and physical health but also for a person's well-being (Brand & Kirov, 2011). During adolescence, sleep plays a critical role in physical and intellectual development, including memory and learning consolidation, and it is

important to school and work performance (Rasch & Born, 2013). According to the American Center for Disease Control and Prevention, short sleep duration is considered a public health epidemic (Croft, 2013) and recent studies have shown harmful effects of long sleep duration on health outcomes (Jike, Itani, Watanabe, Buysse, & Kaneita, 2018). In adolescents, insufficient sleep

duration has been associated with a wide range of physical and psychosocial health deficits, such as impaired academic performance, suicide ideation, anxiety disorders, smoking, alcohol and drug use (Gradisar, Gardner, & Dohnt, 2011; Li et al., 2013; Liu, 2004; Patte, Qian, & Leatherdale, 2017; Roberts & Duong, 2017; Short & Weber, 2018).

A review including 41 studies from 1999 to 2010, most with cross-sectional designs and from high income countries, have shown that when adolescents become older, bedtime tends to be later but wake-up time is maintained, therefore impacting sleep duration (Gradisar et al., 2011). In Canada, a study observed that the average sleep duration has decreased during a three year-follow-up, resulting in less than half of youth, from grades 9 to 12, meeting the guideline of eight to 10 hr per night (Patte et al., 2017). In the United States (US), sleep duration decreases across the adolescent period from 8.5 hr at age 13 to 7.3 at age 18, and increases during the emerging adulthood period to 8.5 at age 22, and a gradual decline across early adulthood to 7.7 at age 32 (Maslowsky & Johnson, 2014).

Furthermore, pubertal onset increases sex differences in sleep complaints which may arise and be maintained into adulthood. Studies in New Zealand and Norway have shown that girls reported worse sleep characteristics, compared to boys (Galland et al., 2017; Hysing, Pallesen, Stormark, Lundervold, & Sivertsen, 2013). Some authors linked the higher prevalence of sleep disturbance in adolescent girls not only to the greater prevalence of depression in this sex but also to puberty, which typically starts earlier in girls and is also related to changes in sleep and circadian rhythm. Furthermore, risk behaviors related to inadequate sleep duration seem to be different according to sex. In boys, this is related to smoking, alcohol, and excessive caffeine intake, however in girls, poor sleep duration is more commonly associated with emotional and relationship difficulties (Zhang et al., 2016).

The majority of longitudinal studies about sleep duration have been conducted in high income countries. In Brazil, data from a cohort study showed that from 11 to 18 years, 41.3% of boys and 28.8% of girls started having short sleep duration (<8 hr) (Schäfer et al., 2016). This study used recommendations from the National Sleep Foundation to classify sleep duration (Hirshkowitz et al., 2015). However, guidelines established in high income countries may not be appropriate to other populations due to differences in work patterns, occupations and types of housing which may possibly impact different sleep patterns. In order to evaluate sleep duration continuously instead of using cut-off points for short and long sleep duration, understanding trends and patterns of sleep duration may appropriately suit low-middle income countries.

This study aims to identify longitudinal trajectories of sleep duration, from adolescence to emerging adulthood in a cohort study in Brazil, and describe these different trajectory groups according to socioeconomic, demographic and behavior characteristics.

2 | METHODS

2.1 | Study population

All live births from mothers who gave birth from January 1st to December 31st during the 1993 calendar year and were living in the urban area of Pelotas were invited to participate in this cohort. From the 5,265 eligible pairs of mother-baby, 5,249 accepted to participate. From birth to the 11-year visit, subsamples were evaluated and from 11-year visit and onwards, all participants were sought. Further information regarding the methodology used in this cohort study is described elsewhere (Gonçalves et al., 2018). The present study was based on information collected from follow-ups at 11, 15, 18 and 22-year, when all participants were invited to be evaluated. The follow-up rates during these visits were 87.5%, 85.7%, 81.4% and 76.3%, respectively. In this study, we included only cohort members with complete data for sleep duration and after visual inspection of data, we excluded those with fewer than 2 and more than 15 hr of sleep at night (approximately ± 4 standard deviations of the mean) as we considered these hours implausible values ($n = 14$).

2.2 | Sleep duration trajectories

Sleep duration was defined as the number of sleep hours in weekdays at 11, 18 and 22 years. Questions were the same in the three follow-ups: "What time do you usually sleep on a weekday?" and "What time do you usually wake up on a weekday?". Sleep duration was calculated using the time difference between the two answers and evaluated as a continuous variable. Furthermore, information regarding the distribution of bedtime and wake-up time was also evaluated.

Sleep duration trajectories from 11, 18 and 22 years were identified using a semiparametric, group-based modeling approach, a specialized form of finite mixture modeling, designed to identify rather than assume groups or clusters of individuals following similar developmental trajectories (Nagin, 2005). A polynomial function was used to model the relationship between total sleep duration and age. The models were estimated using the routine "traj" in Stata 13.1 software. A censored normal (cnorm) model was used to fit the data. The choice of number and shape of trajectories, for each sex, was based on Bayesian information criterion (BIC) and on the interpretability of the trajectories (Nagin, 2005). Additionally, the selection of appropriate models was guided by posterior probability scores for each trajectory group and an average probability score higher than 0.70 was required for all groups (Nagin, 2005).

2.2.1 | Covariables

Asset index was evaluated in all follow-ups (11, 15, 18 and 22 years). This variable was built based on principal components analysis of the

ownership of a series of domestic goods (television, radio, car, vacuum cleaner, washing machine, VCR/DVD, sound system, computer, internet, refrigerator, freezer) and characteristics of the residence (number and type of bathrooms, piped water, number of rooms used for sleeping, presence of a maid, construction material, and whether the house was owned, rented, or loaned). The first component was extracted and then divided into terciles.

Common mental disorders were also evaluated in all follow-ups. At 11 and 15 years, the evaluations used the Brazilian Portuguese Version of the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ), parent report. Those who scored 17 or more points were considered with common mental disorders (Fleitch-Bilyk & Goodman, 2004). At 18 and 22 years, the Self-reported Questionnaire (SRQ-20) was used. Males with a score six or higher and females who scored eight or higher were considered positive for common mental disorders (Mari & Williams, 1986).

Alcohol consumption and cigarette smoking were evaluated differently at 11–15 and 18–22 years. At 11–15 years, alcohol and smoking experimentation was assessed. Smoking experience was defined as having smoked at least one cigarette, while alcohol experience was defined as having drunk any kind of alcohol and were both obtained using an anonymous self-completed questionnaire. At 18–22 years, currently smoking status was evaluated (no; yes) considering at least one cigarette per week. Harmful alcohol intake was assessed using the Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT) and score greater than or equal to eight was considered positive (Lima et al., 2005).

At 11 and 15 years, weight was measured using an electronic scale (SECA, Australia), with 100 g of precision. Height was measured using a portable stadiometer, with 1 mm of precision. At 18 and 22 years, height was measured using an aluminum stadiometer with a capacity of 2 m and precision of 1 mm. Weight was also measured with an electronic scale but connected to an air displacement plethysmography equipment (BOD POD[®]) with no implication to the measurements compared to the equipment used in earlier visits. Adolescents' BMIs were classified according to the WHO reference, and at 22 years BMI was categorized as overweight ($>24.9 \text{ kg/m}^2$).

Physical activity was measured using a list of activities at 11, 15 and 22 years (Bastos, Araújo, & Hallal, 2016), expressed in minutes of MVPA (moderate to vigorous physical activity) per week. We considered activities from three to five (moderate physical activity) to ≥ 6 (vigorous physical activity) METs (metabolic equivalent) and then divided into terciles. At 18 years, the long version for the modules leisure time and commuting of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) were used and expressed in minutes per week spent in MVPA divided into terciles (Hallal et al., 2016).

Screen time, considering week and weekend days, was assessed in all follow-ups using questions on TV watching, video games and computer use (hours per day), then divided into terciles. At least one school failure was assessed at 11, 15 and 18. At 11-year follow-up, parents were asked if the child had ever failed a school year. While at 15- and 18- year follow-ups, the question was asked directly to the adolescent. We also assessed the information if the cohort

member finished or not the secondary level of education at 22-year follow-up. Information regarding having any children under 2 years was collected at 18- and 22- year follow-ups. Currently occupation at 22 years was evaluated using the following questions "Are you currently working?" and "Are you currently studying?" and categorized in only studying, only working, both or neither.

2.3 | Data analysis

Firstly, we compared socioeconomic and demographic characteristics between the original sample and those included in the analysis. The distribution of sleep duration, bedtime and wake-up time according to sex and follow-up assessment are presented in histograms. The three trajectories for each sex are graphically presented. We also showed medians and interquartile range (IQR) of sleep duration, wake-up and bed time according to trajectories and follow-ups. We examined the relationships between independent variables and sleep trajectories. Prevalence and 95% confidence interval (95% CI) were obtained to describe independent variables according to the sleep trajectory category. Chi-square test was employed in the statistical analysis. Along the increase in the number of hypotheses tested, there was also an increase in type I error, and due to this fact we used a Bonferroni correction to determine the threshold at which p values would be considered significant; therefore, we divided the p value of 0.05 by 35 (number of comparisons in each sex) and considered $p < .0014$ as indicating statistical significance. All analyses were stratified by sex and performed on Stata version 13.1 (Stata Corp., College Station, TX, USA).

2.4 | Ethics

In all phases, ethical approval was obtained from the Medical School Ethics Committee of the Federal University of Pelotas, and a full informed consent was provided by cohort members or by their parents if the subject was younger than 18 years. The 18 and 22 follow-ups have protocols numbers 05/11 and 1.250.366, respectively.

3 | RESULTS

A total of 3,395 individuals with completed information on sleep duration was included in the analysis. Those excluded from the analysis due to missing data or losses of follow-up were more likely to be males, while no significant differences were found for the other variables (Table S1).

Sleep duration distribution according to age and sex are presented in Figure 1. Sleep duration decreased over time in both sexes and it was more pronounced from 11 to 18 years in both sexes. At 11 years, boys and girls showed a very similar pattern in sleep hours (median 9.5 IQR: 8.8–10.5 hr), while at 18 and 22 years, girls tend to have a slightly longer sleep duration (median 8.5 IQR: 7.5–10.0 hr

and 8.0 IQR: 7.0–9.5 hr, respectively) when compared to boys (median 8.0 IQR: 7.0–9.0 hr and 7.5 IQR: 6.5–8.5 hr). The distribution of sleep duration for the whole sample (not stratified by sex) is presented in Figure S1.

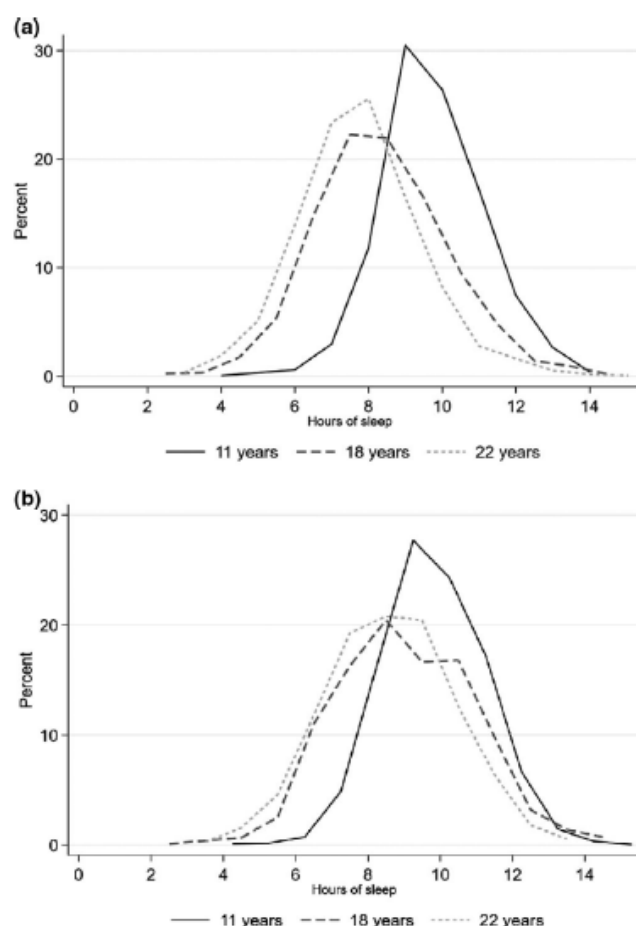
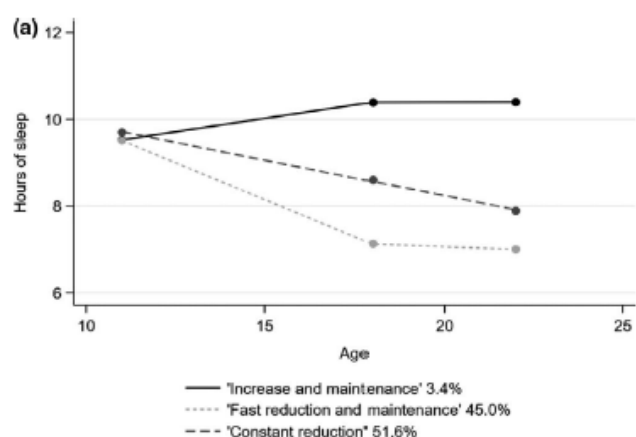


FIGURE 1 Sleep duration at 11, 18 and 22 years of age, in (a) males and (b) females. The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort.



Bedtime became two hours later from 11 to 18 years in both sexes, changing from 10:00 PM to 12:00 a.m., while from 18 and onwards no change was observed. At 11 years, girls used to wake-up 10 min earlier than boys (7:20 a.m. versus 7:30 a.m., respectively), while at 18 and 22 years, women used to wake-up 30 min later than men, (8:00 a.m. and 7:30 a.m., respectively) (Figure S2).

Figure 2 shows sleep trajectories for both sexes. For males (Figure 2a), all three trajectory groups started with a similar sleep duration at age 11 years and were named "increase and maintenance", "fast reduction and maintenance" and "constant reduction". The "increase and maintenance" group comprises 51 individuals (3.4%) and showed an increase in sleep duration hours between ages 11 and 18, presenting longer sleep duration when compared to the other groups. The group "fast reduction and maintenance" included 45% ($n = 713$) of male participants and a reduction in sleep duration between 11 and 18 years and maintenance in the age 22. The "constant reduction" group represents 51.6% ($n = 818$) of men in the study and presented a constant reduction in sleep hours across all follow-ups.

Among females (Figure 2b), there was one out of the three groups with slightly higher sleep duration at 11 years. This group was called "increase and decrease" with 43 female individuals (2.4%); these women presented longer sleep duration during all three follow-ups, however a decrease occurred between ages 18 and 22. The other group was called "fast reduction and maintenance" and included 25.6% ($n = 464$) of female participants, who experienced a decrease in sleep duration between ages 11 and 18. The group named "constant reduction" represents 72.0% ($n = 1,304$) of women in the study and showed that as age increases the mean sleep duration decreases.

Moreover, for all groups of both sexes, the posterior probability reached the threshold of 0.70 (Table S2).

Table 1 describes the median and IQR for bedtime, wake-up time, total sleep duration and also the differences regarding these sleep characteristics by age and sleep trajectories. At 11-year follow-up all individuals presented similar bedtimes (median between 10:00 and 10:30 p.m.) and wake-up times (median between 7:00 and 7:30 a.m.),

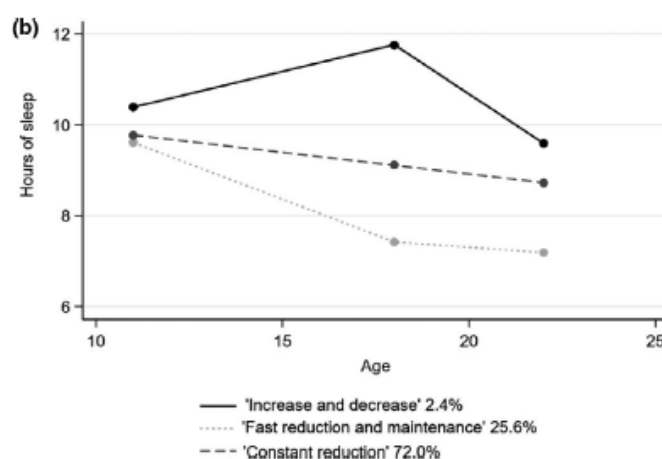


FIGURE 2 Sleep trajectories at 11, 18 and 22 years of age, according to sex (a: males and b: females). The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort.

TABLE 1 Medians and interquartile range (IQR) for bedtime, wake-up time, sleep duration and changes between follow-ups, according to sleep trajectories. The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort (N = 3,395)

Follow-up	Variables	Males			Females		
		Increase and maintenance n = 53	Fast reduction and maintenance n = 713	Constant reduction n = 818	Increase and decrease n = 43	Fast reduction and maintenance n = 464	Constant reduction n = 1,304
11 years	Bedtime (hh:mm)	10:00 p.m. (9:30–11:00)	10:30 p.m. (10:00–11:00)	10:00 p.m. (9:30–11:00)	10:00 p.m. (9:00–10:30)	10:30 p.m. (10:00–11:30)	10:00 p.m. (10:00–11:00)
	Wake-up time (hh:mm)	7:00 a.m. (7:00–8:00)	7:20 a.m. (7:00–9:00)	7:30 a.m. (7:00–9:00)	9:00 a.m. (7:00–10:30)	7:30 a.m. (7:00–9:30)	7:15 a.m. (7:00–9:00)
	Sleep duration (hours)	9.0 (8.5–10.0)	9.5 (8.5–9.5)	9.5 (9.0–10.5)	11.0 (10.0–12.0)	9.5 (8.5–10.5)	9.8 (9.0–11.0)
18 years	Bedtime (hh:mm)	11:00 p.m. (10:00–12:00)	12:00 a.m. (12:00–1:00)	12:00 a.m. (11:00–1:00)	10:30 p.m. (9:00–11:00)	12:00 a.m. (11:30–1:00)	11:30 p.m. (11:00–12:00)
	Wake-up time (hh:mm)	10:00 a.m. (9:00–12:00)	7:00 a.m. (6:30–7:30)	8:30 a.m. (7:00–10:00)	12:00 p.m. (11:00–12:00)	7:00 a.m. (6:30–7:30)	9:00 a.m. (7:00–10:00)
	Sleep duration (hours)	11.0 (10.0–12.0)	7.0 (6.0–7.5)	9.0 (8.0–10.0)	13.0 (12.6–14.0)	7.0 (6.0–7.5)	9.0 (8.0–10.0)
22 years	Bedtime (hh:mm)	11:00 p.m. (10:00–12:00)	12:00 a.m. (12:00–1:30)	12:00 a.m. (11:00–1:00)	11:00 p.m. (10:00–12:00)	12:30 a.m. (12:00–1:30)	12:00 a.m. (11–0:30)
	Wake-up time (hh:mm)	10:00 a.m. (9:00–11:30)	7:00 a.m. (6:30–8:00)	7:30 a.m. (7:00–9:00)	9:30 a.m. (7:30–10:00)	7:00 a.m. (6:30–8:00)	8:30 a.m. (7:00–10:00)
	Sleep duration (hours)	11.0 (10.0–12.0)	7.0 (6.0–7.5)	8.0 (7.0–9.0)	10.0 (9.0–11.5)	7.0 (6.0–7.5)	9.0 (8.0–10.0)
Changes between 11 and 18 years	Bedtime	1 h later	1 h 30 min later	2 h later	30 min later	2 h 30 min later	1 h 30 min later
	Wake-up time	3 h later	20 min early	1 h later	3 h later	30 min early	1 h 45 min later
	Sleep duration (hours)	+2 h	-2.5 h	-0.5 h	+2 h	-2.5 h	-0.8 h
Changes between 18 and 22 years	Bedtime	-	-	-	30 min later	30 min later	30 min later
	Wake-up time	-	-	1 h early	2 h 30 min early	-	30 min early
	Sleep duration (hours)	-	-	-1 h	-3 h	-	-
(-) no change							

except females in trajectory "increase and decrease", who used to wake-up later (median at 9:00 a.m.). Bedtime became later across years in all groups, while wake-up time became earlier or later depending on the sleep trajectory. Those males in group "increase and maintenance" and those females in group "increase and decrease" showed earlier bedtime, later wake-up time and longer sleep duration (from 18 years and onwards in males and during all follow-ups in females). These individuals also presented the most significant variation in wake-up times across follow-ups (3 hr in males and 5 hr and 30 min in females). Furthermore, changes in sleep routines were more pronounced between 11 and 18 years than between 18 and 22 years.

Table 2 shows the relationship between some characteristics and sleep trajectories in both sexes. After Bonferroni correction, only associations with p -value < 0.0014 were considered statistically significant. Among males, those in group "increase and maintenance" were more likely to have at least one school failure at 11 years (65.2%), did not reach high school (73.6%) and a higher probability of neither working nor studying at 22 years (49.1%). Those in group "fast reduction and maintenance", presented the lowest probability of school failure at age 11 (35.4%), did not reach high school (43.1%), were more likely to be working and studying at age 22 (22.9%) and the highest prevalence of overweight/obesity at 22 years (48.2%). While those in the group "constant reduction" did not show higher or lower prevalence for any characteristic.

Among females (Table 2), those in group "increase and decrease" were more likely to be in the poorest tercile of asset index in all follow-ups (51.3%, 52.4%, 64.1% and 65.1% from 11 to 22 years, respectively), to present at least one school failure (65.1%, 83.3%, 83.3%, from 11 to 18 years, respectively), to be current smokers at 18 years (25.6%) and to have children under two years (16.3% and 23.3% at 18 and 22 years, respectively). Besides, at 22 years these women were more unlikely to reach high school (76.7%) and were more likely to belong to the lowest tercile of physical activity (55.8%). On the other hand, women in group "fast reduction and maintenance" were more likely to be in the richest tercile of asset index in all follow-ups (43.7%, 43.9%, 44.2% and 41.0% from 11 to 22 years, respectively), to present the lowest prevalence of school failure from 11 to 18 years (19.5%, 41.6% and 53.9%, respectively), the lowest prevalence to have children under two years at ages 18 and 22 (4.1% and 10.0%, respectively), the lowest occurrence of current smokers at 18 years (8.4%) and the highest prevalence to be working and studying at age 22. Furthermore, women in group "constant reduction" did not present higher or lower prevalence of any characteristic.

4 | DISCUSSION

Our findings show that individuals presented later bedtimes from 18 years onwards and little variation in wake-up times across the years. As expected, sleep duration decreased over time (a two hour median in males and 1.8 hr in females). Compared to men, women

presented slightly longer sleep duration and later wake-up times at ages 18 and 22. We identified three groups of sleep duration trajectories for each sex and in all of them the posterior probability reached the threshold of 0.70. Compared with individuals from other trajectories, those with longer sleep duration (group "increase and maintenance" in males and group "increase and decrease" in females) presented earlier bedtimes and later wake-up times, particularly at ages 18 and 22. These individuals also presented higher percentages of some risk behaviors and poor socioeconomic condition. Moreover, differences in some relationships were observed according to sex.

Decrease in sleep duration across adolescence and early adulthood is widely reported in the literature (Hayley et al., 2015; Maslowsky & Johnson, 2014; Patte et al., 2017). In the US, a longitudinal study has shown a decline in sleep duration from 8.5 hr at age 13 to 7.3 at age 18 and an increase to 8.5 at age 22 (Maslowsky & Johnson, 2014). In a Norwegian study, the average sleep durations at age 13 and 15 were 9:01 and 8:38, respectively, and reduced to 7:50 at age 23 (Hayley et al., 2015). In our study, a reduction in sleep duration for both sexes was observed as in males, it decreased from 9.5 hr at age 11, to 8.0 at age 18 and finally to 7.5 at age 22, and in females from 9.8 at age 11, to 8.5 at age 18 and finally to 8.0 hr at 22 years.

During adolescence, a delay in bedtime and a maintenance in early wake time is common due to school schedules, resulting in shorter sleep durations (Hysing et al., 2013). Indeed, our supplementary results (Figure S2) show a two hour delay in bedtime. Delayed sleep phase is a consequence of biological and social factors. Pubertal onset leads to delay in melatonin secretion leading to delayed bedtimes and an increased need for morning sleep. In addition, as parental monitoring decreases with age, adolescents become more independent, with growing social lives, part-time employment, more electronic media use and more extracurricular activities, which may impact sleep patterns (Patte et al., 2017). Differently from adolescents, who usually present school schedule as main occupation, emerging adulthood presents a wide range of roles and responsibilities. These individuals do not have to accomplish early school schedules anymore and an increase in sleep duration could be a consequence. On the other hand, university admission, full-time work, marriage and parenthood may result in a decrease in sleep duration (Maslowsky & Johnson, 2014).

In our study, girls presented later wake-up time and longer sleep duration than boys from 18 years onwards, and these findings are also consistent with previous studies. A metaanalysis including 30 articles evaluating children and adolescents from 9 to 18 years concluded that girls usually sleep 29 min more than boys on non-school days and 11 min on school days (Olds, Blunden, Petkov, & Forchino, 2010). An Italian study conducted with individuals from 8 to 14 years observed that girls presented longer sleep duration and woke-up later during weekends (Russo, Bruni, Lucidi, Ferri, & Violani, 2007). A combination of biological, social, environmental and cultural factors may contribute to gender differences. In our study, boys presented higher screen time

TABLE 2 Sleep trajectories distribution according to independent variables. The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort (N = 3,395)

Sleep duration trajectories groups in males % (95% CI) (n = 1,584)					Sleep duration trajectories groups in females % (95% CI) (n = 1,811)					
Variables	N(%)	Increase and maintenance n = 53	Fast reduction and maintenance n = 713	Constant reduction n = 818	p-value ^a	N(%)	Increase and decrease n = 43	Fast reduction and maintenance n = 464	Constant reduction n = 1,304	p-value ^a
11 years variables										
Asset index (terciles)										
1 (poorest)	516 (33.7)	50.0 (36.3; 63.7)	30.5 (27.1; 34.0)	35.5 (32.2; 38.9)	0.0166	580 (33.0)	51.3 (35.8; 66.5)	25.7 (21.9; 30.0)	35.1 (32.5; 37.7)	<0.001
2	491 (32.1)	26.0 (15.6; 40.0)	32.1 (28.7; 35.7)	32.4 (29.3; 35.8)		605 (34.5)	33.3 (20.3; 49.5)	30.6 (26.5; 35.0)	35.8 (33.3; 38.5)	
3	524 (34.2)	24.0 (14.1; 37.8)	37.4 (33.9; 41.1)	32.1 (28.9; 35.4)		571 (32.5)	15.4 (7.0; 30.5)	43.7 (39.2; 48.3)	29.1 (26.6; 31.6)	
Common mental disorders	533 (33.8)	41.5 (29.0; 55.2)	33.5 (30.1; 37.0)	33.5 (30.3; 36.8)	0.4784	506 (28.0)	34.9 (22.2; 50.3)	26.2 (22.4; 30.4)	28.4 (26.1; 31.0)	0.3897
Overweight/obesity	410 (25.9)	17.0 (9.0; 29.7)	29.4 (26.1; 32.8)	23.5 (20.7; 26.5)	0.0104	381 (21.1)	14.0 (6.3; 28.0)	21.3 (19.0; 23.5)	21.2 (19.0; 23.5)	0.5118
Screen time										
1 (lowest)	605 (38.2)	47.2 (34.1; 60.6)	33.1 (29.7; 36.6)	42.0 (38.7; 45.5)	0.0042	752 (41.5)	34.9 (22.1; 50.3)	40.7 (36.4; 45.3)	42.0 (39.4; 44.7)	0.7458
2	432 (27.3)	22.6 (13.3; 35.9)	28.9 (25.7; 32.3)	26.2 (23.3; 29.3)		569 (31.4)	39.5 (26.0; 54.8)	32.5 (28.4; 36.9)	30.8 (28.3; 33.3)	
3	547 (34.5)	30.2 (19.3; 43.9)	38.0 (34.5; 41.6)	31.8 (28.7; 35.1)		490 (27.1)	25.6 (14.7; 40.8)	26.7 (22.9; 30.9)	27.2 (24.9; 29.7)	
Physical activity										
1 (lowest)	403 (26.3)	21.6 (23.3; 35.1)	26.3 (23.1; 29.7)	26.6 (23.6; 29.8)	0.6935	734 (42.1)	36.6 (23.3; 52.3)	42.0 (37.5; 46.6)	42.4 (39.7; 45.1)	0.4766
2	485 (31.6)	33.3 (21.7; 47.4)	33.1 (29.8; 36.7)	30.2 (27.1; 33.5)		567 (32.6)	29.3 (17.3; 45.0)	34.8 (30.5; 39.4)	31.8 (29.3; 34.5)	
3	645 (42.1)	45.1 (32.0; 58.9)	40.6 (37.0; 44.3)	43.2 (39.8; 46.7)		441 (25.3)	34.1 (21.2; 50.0)	23.2 (19.5; 27.4)	25.8 (23.4; 28.3)	
At least one school failure	649 (41.2)	65.2 (50.4; 75.9)	35.4 (32.0; 39.0)	44.7 (41.3; 48.1)	<0.001	526 (29.2)	65.1 (49.7; 77.9)	19.5 (16.2; 23.4)	31.4 (28.9; 34.0)	<0.001
Alcohol experimentation	273 (17.7)	13.7 (6.6; 26.3)	19.1 (16.4; 22.2)	16.7 (14.3; 19.5)	0.3527	296 (16.5)	12.2 (5.1; 26.4)	17.4 (14.2; 21.2)	16.5 (14.5; 18.6)	0.6762
Smoking experimentation	59 (3.8)	7.7 (2.9; 18.9)	3.2 (2.3; 4.8)	4.0 (2.8; 5.5)	0.2414	58 (3.2)	14.3 (6.5; 28.6)	2.8 (1.6; 4.8)	3.0 (2.2; 4.1) *	0.0041
15 years variables										
Asset index (terciles)										
1 (poorest)	491 (32.0)	43.1 (30.2; 57.0)	27.3 (24.1; 30.8)	35.3 (32.0; 38.6)	0.0025	615 (34.5)	52.4 (37.3; 67.0)	23.0 (19.4; 27.1)	38.0 (35.4; 40.7)	<0.001
2	521 (33.9)	35.3 (23.4; 49.4)	34.7 (31.3; 38.4)	33.1 (29.9; 36.5)		585 (32.8)	30.9 (18.8; 46.5)	33.1 (28.9; 37.6)	32.8 (30.3; 35.4)	
3	524 (34.1)	21.6 (12.3; 35.1)	37.9 (34.4; 41.6)	31.6 (28.5; 34.9)		582 (32.7)	16.7 (8.1; 31.3)	43.9 (39.4; 48.5)	29.2 (26.8; 31.8)	
Common mental disorders	374 (24.2)	35.3 (23.4; 49.4)	22.6 (19.6; 25.8)	25.0 (22.1; 28.1)	0.0969	486 (27.2)	42.9 (28.8; 58.2)	24.6 (20.9; 28.8)	27.6 (25.2; 30.1)	0.0325

(Continues)

TABLE 2 (Continued)

Variables	Sleep duration trajectories groups in males % (95% CI) (n = 1,584)					Sleep duration trajectories groups in females % (95% CI) (n = 1,811)				
	N(%)	Increase and maintenance n = 53	Fast reduction and maintenance n = 713	Constant reduction n = 818	p-value ^a	N(%)	Increase and decrease n = 43	Fast reduction and maintenance n = 464	Constant reduction n = 1,304	p-value ^a
Overweight/obesity	446 (29.5)	25.0 (14.7; 39.2)	32.3 (28.9; 35.9)	23.4 (24.4; 30.6)	0.0946	435 (25.0)	25.0 (13.9; 40.8)	21.0 (17.5; 25.1)	26.4 (24.0; 28.9)	0.0838
Screen time					0.0056					0.0027
1 (lowest)	471 (30.6)	41.2 (28.5; 55.2)	27.0 (23.8; 30.4)	33.0 (29.9; 36.4)		696 (38.9)	45.2 (30.8; 60.5)	29.4 (25.4; 33.8)	38.4 (35.8; 41.1)	
2	523 (34.0)	27.5 (16.9; 41.3)	33.1 (29.7; 36.7)	35.2 (31.9; 38.6)		622 (34.8)	38.1 (24.7; 53.6)	37.7 (33.4; 42.2)	37.2 (34.6; 40.0)	
3	545 (35.4)	31.4 (20.1; 45.4)	39.9 (36.3; 43.6)	31.8 (28.6; 35.1)		472 (26.4)	16.7 (8.1; 32.3)	32.9 (28.7; 37.2)	24.4 (22.1; 26.8)	
Physical activity					0.0618					0.8752
1 (lowest)	395 (25.7)	23.5 (13.8; 37.2)	26.4 (23.3; 29.8)	25.2 (22.3; 28.3)		886 (49.5)	42.9 (28.8; 58.2)	50.7 (46.1; 55.2)	49.3 (46.6; 52.1)	
2	414 (26.9)	19.6 (10.8; 32.9)	24.0 (20.9; 27.3)	29.9 (26.8; 33.2)		533 (29.8)	35.7 (22.7; 51.3)	29.5 (25.5; 33.8)	29.7 (27.3; 32.3)	
3	730 (47.4)	56.9 (42.9; 69.8)	49.6 (45.9; 53.4)	44.9 (41.5; 48.4)		370 (20.7)	21.4 (11.4; 36.5)	19.9 (16.5; 23.8)	21.0 (18.8; 23.3)	
At least one school failure (67.9)	1,047	84.3 (71.5; 92.0)	64.4 (60.8; 67.9)	69.9 (66.6; 73.0)	0.0031	980 (54.8)	83.3 (68.7; 91.9)	41.6 (37.2; 46.2)	58.5 (55.8; 61.2)	<0.001
Alcohol experimentation	822 (54.5)	39.6 (26.7; 54.0)	56.5 (52.7; 60.2)	53.7 (50.2; 57.2)	0.0612	1,116 (62.8)	61.9 (46.4; 75.3)	66.7 (62.3; 70.9)	61.4 (58.7; 64.0)	0.1250
Smoking experimentation	200 (13.1)	10.0 (4.2; 22.0)	12.7 (10.4; 15.4)	13.6 (11.4; 16.2)	0.6993	394 (22.1)	19.5 (10.0; 34.6)	18.2 (14.9; 22.0)	23.6 (21.4; 26.0)	0.0502
18 years variables					0.0102					<0.001
Asset index (terciles)										
1 (poorest)	462 (29.2)	49.1 (35.9; 62.4)	26.8 (23.7; 30.2)	30.0 (27.0; 33.3)		670 (37.0)	64.1 (49.7; 77.9)	22.4 (18.8; 26.4)	41.3 (38.6; 44.0)	
2	545 (34.5)	24.5 (14.7; 37.9)	34.6 (31.1; 38.1)	35.1 (31.8; 38.4)		587 (32.4)	25.6 (14.7; 40.8)	33.4 (29.3; 37.8)	32.3 (29.8; 34.9)	
3	574 (36.3)	26.4 (16.2; 40.0)	38.6 (35.1; 42.3)	34.9 (31.7; 38.3)		554 (30.6)	9.3 (3.5; 22.5)	44.2 (39.7; 48.7)	26.5 (24.1; 28.9)	
Common mental disorders	353 (22.3)	26.4 (16.2; 40.0)	26.1 (23.0; 29.4)	18.7 (16.2; 21.6)	0.0020	556 (30.7)	39.5 (26.0; 54.8)	32.8 (28.6; 37.2)	29.7 (27.3; 32.3)	0.2141
Overweight/obesity	414 (26.4)	20.8 (11.8; 33.9)	28.9 (25.7; 32.4)	24.5 (21.7; 27.6)	0.0977	497 (28.5)	21.1 (10.8; 37.0)	23.8 (20.1; 28.0)	30.4 (27.9; 33.0)	0.0180
Screen time					0.4803					0.8309
1 (lowest)	545 (34.4)	26.4 (16.3; 40.0)	34.6 (31.2; 38.2)	34.7 (31.5; 38.1)		692 (38.2)	39.5 (26.0; 54.8)	39.0 (34.7; 43.5)	37.9 (35.3; 40.6)	
2	570 (36.0)	35.9 (24.1; 49.6)	34.8 (31.4; 38.4)	37.0 (33.8; 40.4)		660 (36.4)	30.2 (18.3; 45.6)	37.1 (32.8; 41.6)	36.4 (33.9; 39.1)	
3	469 (29.6)	37.7 (25.7; 51.5)	30.6 (27.3; 34.1)	28.3 (25.3; 31.4)	0.3739	459 (25.4)	30.2 (18.3; 45.6)	23.9 (20.3; 28.0)	25.7 (23.4; 28.1)	
Physical activity										0.8285

(Continues)

TABLE 2 (Continued)

Variables	Sleep duration trajectories groups in males % (95% CI) (n = 1,584)					Sleep duration trajectories groups in females % (95% CI) (n = 1,811)				
	N (%)	Increase and maintenance n = 53	Fast reduction and maintenance n = 713	Constant reduction n = 818	p-value ^a	N (%)	Increase and decrease n = 43	Fast reduction and maintenance n = 464	Constant reduction n = 1,304	p-value ^a
1 (lowest)	343 (22.3)	12.0 (5.4; 24.4)	23.0 (20.0; 26.3)	22.3 (19.6; 25.4)		835 (46.5)	53.5 (38.5; 67.8)	46.4 (41.9; 51.0)	46.3 (43.5; 49.0)	
2	511 (33.3)	32.0 (20.5; 46.2)	33.5 (30.1; 37.1)	33.1 (29.9; 36.4)		549 (30.6)	23.3 (12.9; 38.3)	29.9 (25.9; 34.3)	31.0 (28.5; 33.6)	
3	683 (44.4)	56.0 (42.0; 69.1)	43.5 (39.8; 47.2)	44.6 (41.1; 48.1)		413 (23.0)	23.3 (12.9; 38.3)	23.6 (20.0; 27.7)	22.7 (20.5; 25.1)	
At least one school failure	1,205 (77.3)	82.0 (68.7; 90.4)	75.7 (72.3; 78.7)	78.5 (75.5; 81.2)	0.3117	1,147 (64.7)	83.3 (68.7; 91.9)	53.9 (49.2; 58.4)	68.0 (65.4; 70.5)	<0.001
Having children (<2 years)	44 (2.8)	1.9 (0.3; 12.4)	3.4 (2.3; 5.0)	2.3 (1.5; 3.6)	0.4281	172 (9.5)	16.3 (7.9; 30.6)	4.1 (2.6; 6.3)	11.2 (9.5; 13.0)	<0.001
Harmful alcohol intake	556 (35.1)	30.2 (19.3; 43.9)	35.8 (32.3; 39.4)	34.8 (31.6; 38.2)	0.6965	305 (16.8)	34.9 (22.1; 50.3)	17.5 (14.3; 21.2)	16.0 (14.1; 18.1)	0.0047
Current smoking	228 (14.4)	18.9 (10.4; 31.8)	13.2 (10.9; 15.9)	15.2 (12.9; 17.8)	0.3505	221 (12.2)	25.6 (14.7; 40.8)	8.4 (6.2; 11.3)	13.1 (11.4; 15.1)	0.0007
22 years variables										
Asset index (terciles)					0.1255					<0.001
1 (poorest)	449 (28.4)	35.9 (24.1; 49.6)	26.3 (23.2; 29.7)	29.7 (26.7; 33.0)		681 (37.7)	65.1 (49.7; 77.9)	27.9 (24.0; 32.1)	40.2 (37.6; 42.9)	
2	546 (34.5)	41.5 (29.0; 55.2)	34.9 (31.5; 38.5)	33.8 (30.6; 37.1)		585 (32.3)	16.3 (8.0; 30.6)	31.1 (27.0; 35.5)	33.3 (30.8; 35.9)	
3	586 (37.1)	22.6 (13.3; 35.9)	38.8 (35.3; 42.5)	36.5 (33.2; 39.8)		543 (30.0)	18.6 (9.5; 33.2)	41.0 (36.6; 45.6)	26.5 (24.1; 28.9)	
Common mental disorders	319 (20.2)	37.7 (25.7; 51.5)	21.2 (18.3; 24.3)	18.1 (15.6; 20.9)	0.0017	428 (23.7)	23.3 (12.9; 38.3)	28.3 (24.4; 32.6)	22.0 (19.9; 24.4)	0.0243
Overweight/obesity ^b	664 (43.5)	28.6 (17.6; 42.8)	48.2 (44.5; 51.9)	40.4 (37.0; 43.9)	0.0011	732 (43.2)	35.2 (21.2; 50.0)	40.3 (35.8; 44.9)	44.5 (41.8; 47.4)	0.1485
Screen time					0.9637					0.0309
1 (lowest)	583 (36.8)	35.9 (24.1; 49.6)	37.2 (33.7; 40.8)	36.6 (33.3; 39.9)		764 (42.2)	53.5 (38.5; 67.8)	45.3 (40.8; 49.8)	40.7 (38.1; 43.4)	
2	495 (31.3)	30.2 (19.3; 43.9)	31.8 (28.5; 35.4)	30.8 (27.7; 34.1)		578 (31.9)	20.9 (11.2; 35.8)	33.6 (29.5; 38.1)	31.7 (29.2; 34.3)	
3	502 (31.9)	32.0 (22.5; 47.7)	31.0 (27.7; 34.5)	32.6 (29.5; 35.9)		469 (25.9)	25.6 (14.7; 40.8)	21.1 (17.6; 25.1)	27.6 (25.2; 30.1)	
Physical activity					0.4731					0.0005
1 (lowest)	433 (27.7)	18.9 (10.4; 31.8)	27.9 (24.7; 31.3)	28.1 (25.1; 31.3)		725 (40.1)	55.8 (40.7; 69.9)	34.7 (30.5; 39.2)	41.5 (38.9; 44.2)	
2	473 (30.2)	35.8 (24.1; 49.6)	31.4 (28.1; 34.9)	28.9 (25.8; 32.1)		618 (34.2)	20.9 (11.1; 35.8)	33.0 (28.8; 37.4)	35.1 (32.5; 37.7)	
3	658 (42.1)	45.3 (32.4; 58.8)	40.7 (37.2; 44.4)	43.0 (39.6; 46.5)		465 (25.7)	23.3 (12.9; 38.3)	32.3 (28.2; 36.7)	23.4 (21.2; 25.8)	
Did not reach high school	771 (48.8)	73.6 (60.0; 83.8)	43.1 (39.5; 46.8)	52.1 (48.7; 55.6)	<0.001	637 (35.2)	76.7 (61.7; 87.1)	21.3 (17.8; 25.3)	38.7 (36.1; 41.4)	<0.001
Occupation					<0.001					<0.001

(Continues)

TABLE 2 (Continued)

Sleep duration trajectories groups in males % (95% CI) (n = 1.584)					Sleep duration trajectories groups in females % (95% CI) (n = 1.811)					
Variables	N (%)	Increase and maintenance n = 53	Fast reduction and maintenance n = 713	Constant reduction n = 818	p-value*	N (%)	Increase and decrease n = 43	Fast reduction and maintenance n = 464	Constant reduction n = 1.304	p-value*
Only studying	176 (11.1)	15.1 (7.7; 27.4)	11.8 (9.6; 14.4)	10.3 (8.4; 12.5)		321 (17.7)	14.0 (6.4; 27.8)	21.1 (17.6; 25.1)	16.6 (14.7; 18.8)	
Only working	856 (54.0)	32.1 (21.0; 45.7)	56.2 (52.6; 59.8)	53.5 (50.1; 56.9)		598 (33.0)	39.5 (26.2; 54.7)	29.3 (25.3; 33.6)	34.1 (31.6; 36.7)	
Both	320 (20.2)	3.8 (0.9; 13.9)	22.9 (19.9; 26.1)	19.0 (16.4; 21.8)		382 (21.1)	7.0 (2.3; 19.5)	34.7 (30.5; 39.1)	16.7 (14.8; 18.8)	
Neither	232 (14.7)	49.0 (36.0; 62.3)	9.1 (7.2; 11.5)	17.2 (14.8; 20.0)		510 (28.2)	39.5 (26.2; 54.7)	14.9 (11.9; 18.4)	32.5 (30.0; 35.0)	
Having children (<2 years)	183 (11.7)	7.6 (2.8; 18.6)	11.8 (9.6; 14.4)	12.0 (9.9; 14.4)	0.6230	306 (17.1)	23.3 (12.9; 38.3)	10.0 (7.6; 13.1)	19.4 (17.3; 21.6)	<0.001
Harmful alcohol intake	470 (29.7)	41.5 (29.0; 55.0)	30.1 (26.7; 33.5)	28.6 (25.6; 31.8)	0.1318	251 (13.9)	27.9 (16.5; 43.2)	15.5 (12.5; 19.1)	12.8 (11.1; 14.7)	0.0092
Current smoking	476 (30.1)	45.3 (32.4; 58.8)	26.9 (23.8; 30.3)	31.8 (28.7; 35.1)	0.0057	440 (24.2)	39.5 (26.0; 54.8)	21.1 (17.6; 25.1)	24.9 (22.6; 27.3)	0.0162

Abbreviations: 95% CI, 95% confidence interval.

^aDue to multiple comparisons, a Bonferroni-corrected threshold of $p < .0014$ was considered statistically significant^bVariable with the highest number of missing data (n = 59 missing data for males and n = 115 missing data for females)

than girls, which according to Berglind & Tynelius, may contribute for later bedtimes and shorter sleep (Berglind & Tynelius, 2017). Another factor which could explain these findings is the higher prevalence of paid work among males than females in our study at 22 years follow-up, which according to Burgard & Ailshire, could have a negative association with sleep duration (Burgard & Ailshire, 2013). In the present study, women presented longer sleep duration than men, however, it does not mean that they also have better sleep quality. Indeed, distinct hormonal and physical changes, such as puberty and pregnancy during a woman's lifespan could impact sleep health and lead to gender-specific clinical disorders (Mallampalli & Carter, 2014).

The majority of individuals in the present study were classified into the trajectory named "constant reduction" and presented a decrease in sleep hours over the years, similar to the current knowledge (Hayley et al., 2015; Maslowsky & Ozer, 2014; Patte et al., 2017). Those in the second most prevalent trajectory "fast reduction and maintenance" also showed a decrease in sleep hours. However, differently from the first group, these individuals presented almost all variations in sleep routines between 11 to 18 years, postponing bedtime while wake-up time did not change, decreasing sleep hours in this period (from 9.5 to 7.0 hr). Bakour et al in the US, evaluated a sample aged 22 to 27 years and observed that those in shorter sleep trajectory used to sleep 5.5 hr at 22 years (Bakour et al., 2017). A study performed with Canadian students from grades 9 to 12, showed that those in the shorter sleep trajectory used to sleep 6.3 and 5.6 hr, respectively (Patte et al., 2017). Therefore, our group with shorter sleep duration presented more sleeping hours when compared with both studies.

Some characteristics observed in "fast reduction and maintenance" group could help to explain these changes in sleep routines. These individuals belonged more frequently to the highest tercile of asset index (non-significant in males), which could result in more extracurricular activities between 11 and 18 years leading to a busier schedule. They also presented less school failure at these ages, which could indicate that they spent more time studying and/or doing homework during the night. Additionally, they were more likely to be in the higher tercile of physical activity (just females) and to be studying and working at 22 years, which could, again, lead to a busy routine and less time to sleep. Furthermore, the highest prevalence of either overweight or obesity was observed among males at 22 years. In fact, shorter sleep duration may lead to hormonal dysregulation resulting in increased hunger and appetite (Taheri, Lin, Austin, Young, & Mignot, 2004) which consequently could increase weight gain (Gong et al., 2017), however, we could not infer causality in our study. Therefore, the busy routine presented by individuals of both sexes in this trajectory may not just affect their sleep duration, but also increase sleep complaints, such as daytime sleepiness and poor sleep quality which could impair productivity in work and study.

The trajectories "increase and maintenance" in males and "increase and decrease" in females included those with longer sleep duration. Unlike individuals from other trajectories, they

presented earlier bedtimes, later wake-up times and more inconsistent sleep routines throughout follow-ups. A study performed in the US found a similar prevalence of individuals in the longer sleep duration trajectory (2.7%), showing a sleep duration median of 10.6 hr at 22 years, which was also similar to the median of sleep hours in our trajectory with longer sleep duration at this same age (Bakour et al., 2017). In Canada, a study including individuals with 18 years or more also observed the lowest number of individuals in the longer sleep trajectory (2.4%), however, sleep duration in this group was shorter (9 hr) when compared to our study (Gilmour et al., 2013). Furthermore, in our study differences between sexes were observed in these two trajectories, particularly from 18 years onwards.

Studies have shown that those with lower income, higher prevalence of school failure/performance and of risk behaviors usually present short sleep duration more frequently (Dewald, Meijer, Oort, Kerkhof, & Bögels, 2010; Short & Weber, 2018; Whinnery, Jackson, Rattanaumpawan, & Grandner, 2014). However, in our study, those who presented higher prevalence of such characteristics were those with longer sleep duration. A set of socioeconomic and demographic factors observed in these individuals could explain our findings. Firstly, the increase in sleep duration between 11 and 18 years may be related with school dropout, once we observed that they were more unlikely to reach high school at 22 years. Secondly, between 18- and 22-years, men maintain sleep routines and the fact that they reported more frequently not studying or working may have contributed to this finding. On the other hand, at this same period, women presented a decrease in sleep duration, mainly due to early wake-up times, which may be related with the higher prevalence of having children under two years. Indeed, pregnancy and particularly the first months of postpartum period are followed by a marked decline in mother sleep duration, while changes in paternal sleep was less pronounced (Richter, Krämer, Tang, Montgomery-Downs, & Lemola, 2019). Regarding the higher occurrence of smoke (only in females) and school failure, one possible explanation is due to confounding, once individuals in these trajectories belonged more often to the poorest tercile of asset index (non-significant in males). In addition, other variables, such as family environment, may interfere in these relationships and were not assessed in the present analysis.

Sleep duration patterns seem to be different among populations. A metaanalysis including data from children and adolescents from 23 countries observed that Australian and European individuals sleep more than Americans who in turn sleep more than Asians (Olds et al., 2010). Differences in demographic structure, economic development, housing conditions, use of technology, working hours, daylight incidence as well as cultural factors are responsible for these different patterns in sleep duration (Bin, Marshall, & Glozier, 2012).

Our results should be interpreted in the light of some limitations. Sleep duration was self-reported and obtained using questions regarding bedtimes and wake up times. However, more accurate measurements would be too expensive and logistically

hard to implement in observational studies with a large number of participants. According to Lauderdale et al, self-reported sleep duration may overestimate actigraphy measurements (Lauderdale, Knutson, Yan, Liu, & Rathouz, 2008). On the other hand, other studies observed self-report sleep duration as a valid measure, which corresponds well with actigraphy (Biddle, Robillard, Hermens, Hickie, & Glozier, 2015; Tremaine, Dorrian, & Blunden, 2010; Wolfson et al., 2003), although self-reported sleep duration has been widely used in population-based researches (Short & Weber, 2018). We did not differ sleep duration during weekdays and weekends. According to some authors, adolescent sleep time is typically more variable across a 7-day week, with shorter sleep on school days than sleep on weekends. Data on sleep duration was not collected at 15 years, thus important information about sleep trajectories during the gap between 11 and 18 years could not be evaluated. Moreover, we were not able to assess some important variables, such as environmental ones (eg: noise, housing conditions, room-sharing) and pubertal measurements, which could interfere on sleep duration differently according to sex. Additionally, we did not have information regarding sleeping pills use, however according to a study performed in Brazil, this prevalence in individuals from 18 to 24 years is low (2.4%) (Kodaira & Silva, 2017). Lastly, we were not able to define causality in some observed relationships, such as sleep trajectories and overweight or obesity, as the main aim of this manuscript is to draw a profile of these sleep trajectories groups.

Strengths of our study include the longitudinal design with a large and representative sample, where we could define patterns of sleep from early adolescence to emerging adulthood. The methodology used to estimate sleep trajectories is a relatively new method and is typically characterized by much higher levels of statistical power than comparable traditional methods applied to the same data. Description of sleep trajectories in a middle-income country, where health patterns are different for those of high-income countries is also important. Information on sleep duration was collected at 11, 18 and 22 years making it possible to assess trajectories across adolescence and emerging adulthood.

5 | CONCLUSION

Our results have provided longitudinal information regarding sleep duration trajectories from adolescent to emerging adulthood in a medium-sized city in Brazil, helping to fill the gap in the literature from low- and middle-income countries. Similar to other countries, sleep duration decreased across adolescence, however in our study individuals presented a slightly higher sleep duration. Those individuals from trajectories "increase and maintenance" for males and "increase and decrease" for females presented worse profile regarding some behavior and socioeconomic variables, while those from the "fast decrease and maintenance" trajectory showed a busy schedule which could impair not only sleep duration but also other sleep characteristics. Further investigations should also include the evaluation

of sleep quality and sleep complaints, as well as daytime sleepiness to improve the understanding of these relationships.

ORCID

Adriana Kramer Fiala Machado  <https://orcid.org/0000-0002-6800-1064>

Andrea Wendt  <https://orcid.org/0000-0002-4640-2254>

Ana Maria Baptista Menezes  <https://orcid.org/0000-0002-4129-0898>

Helen Gonçalves  <https://orcid.org/0000-0001-6470-3352>

Fernando César Wehrmeister  <https://orcid.org/0000-0001-7137-1747>

<https://orcid.org/0000-0001-7137-1747>

REFERENCES

- Bakour, C., Schwartz, S., O'Rourke, K., Wang, W., Sappenfield, W., Couluris, M., & Chen, H. (2017). Sleep duration trajectories and systemic inflammation in young adults: results from the national longitudinal study of adolescent to adult health (add health). *Sleep*, 40(11), 1–9. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsx156>
- Bastos, J. P., Araújo, C. L. P., & Hallal, P. C. (2016). Prevalence of insufficient physical activity and associated factors in Brazilian adolescents. *Journal of Physical Activity and Health*, 5(6), 777–794. <https://doi.org/10.1123/jpah.5.6.777>
- Berglind, D., & Tynelius, P. (2017). Objectively measured physical activity patterns, sedentary time and parent-reported screen-time across the day in four-year-old Swedish children. *BMC Public Health*, 18(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4600-5>
- Biddle, D. J., Robillard, R., Hermens, D. F., Hickie, I. B., & Glozier, N. (2015). Accuracy of self-reported sleep parameters compared with actigraphy in young people with mental ill-health. *Sleep Health*, 1(3), 214–220. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.07.006>
- Bin, Y. S., Marshall, N. S., & Glozier, N. (2012). Secular trends in adult sleep duration: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 16(3), 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2011.07.003>
- Brand, S., & Kirov, R. (2011). Sleep and its importance in adolescence and in common adolescent somatic and psychiatric conditions. *International Journal of General Medicine*, 425, 425–442. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s11557>
- Burgard, S. A., & Ailshire, J. A. (2013). Gender and time for sleep among U.S. adults. *American Sociological Review*, 78(1), 51–69. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.371>
- Croft, J. B. (2013). CDC's Public Health Surveillance of Sleep Health. *SRS Bulletin*, 19(1), 15–17. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28261704> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5333573>
- Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A., & Bögels, S. M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Medicine Reviews*, 14(3), 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.10.004>
- Fleitch-Bilyk, B., & Goodman, R. (2004). Prevalence of child and adolescent psychiatric disorders in Southeast Brazil. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43(6), 727–734. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000120021.14101.ca>
- Galland, B. C., Gray, A. R., Penno, J., Smith, C., Lobb, C., & Taylor, R. W. (2017). Gender differences in sleep hygiene practices and sleep quality in New Zealand adolescents aged 15 to 17 years. *Sleep Health*, 3(2), 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.02.001>
- Gilmour, H., Stranges, S., Kaplan, M., Feeny, D., McFarland, B., Huguette, N., & Bernier, J. (2013). Longitudinal trajectories of sleep duration in the general population. *Health Reports*, 24(11), 1–9.
- Gonçalves, H., Wehrmeister, F. C., Assunção, M. C. F., Tovo-Rodrigues, L., de Oliveira, I. O., Murray, J., ... Menezes, A. M. B. (2018). Cohort profile update: The 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort follow-up at 22 years. *International Journal of Epidemiology*, 47(5), 1389–1390e. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx249>
- Gong, Q. H., Li, H., Zhang, X. H., Zhang, T., Cui, J., & Xu, G. Z. (2017). Associations between sleep duration and physical activity and dietary behaviors in Chinese adolescents: Results from the Youth Behavioral Risk Factor Surveys of 2015. *Sleep Medicine*, 37, 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2017.06.024>
- Gradisar, M., Gardner, G., & Dohnt, H. (2011). Recent worldwide sleep patterns and problems during adolescence: A review and meta-analysis of age, region, and sleep. *Sleep Medicine*, 12(2), 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.11.008>
- Hallal, P. C., Simoes, E., Reichert, F. F., Azevedo, M. R., Ramos, L. R., Pratt, M., & Brownson, R. C. (2016). Validity and reliability of the telephone-administered international physical activity Questionnaire in Brazil. *Journal of Physical Activity and Health*, 7(3), 402–409. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.3.402>
- Hayley, A. C., Skogen, J. C., Øverland, S., Wold, B., Williams, L. J., Kennedy, G. A., & Sivertsen, B. (2015). Trajectories and stability of self-reported short sleep duration from adolescence to adulthood. *Journal of Sleep Research*, 24(6), 621–628. <https://doi.org/10.1111/jsr.12316>
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., ... Adams Hillard, P. J. (2015). National sleep foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. *Sleep Health*, 1(1), 40–43. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010>
- Hysing, M., Pallesen, S., Stormark, K. M., Lundervold, A. J., & Sivertsen, B. (2013). Sleep patterns and insomnia among adolescents: A population-based study. *Journal of Sleep Research*, 22(5), 549–556. <https://doi.org/10.1111/jsr.12055>
- Jike, M., Itani, O., Watanabe, N., Buysse, D. J., & Kaneita, Y. (2018). Long sleep duration and health outcomes: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Sleep Medicine Reviews*, 39, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.06.011>
- Kodaira, K., & Silva, M. T. (2017). Sleeping pill use in Brazil: A population-based, cross-sectional study. *British Medical Journal Open*, 7(7), 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016233>
- Lauderdale, D. S., Knutson, K. L., Yan, L. L., Liu, K., & Rathouz, P. J. (2008). Self-reported and measured sleep duration: How similar are they? *Epidemiology*, 19(6), 838–845. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e318187a7b0>
- Li, S., Arguëlles, L., Jiang, F., Chen, W., Jin, X., Yan, C., ... Shen, X. (2013). Sleep, school performance, and a school-based intervention among school-aged children: A sleep series study in China. *PLoS One*, 8(7), e67928. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067928>
- Lima, C. T., Freire, A. C. C., Silva, A. P. B., Teixeira, R. M., Farrell, M., & Prince, M. (2005). Concurrent and construct validity of the audit in an urban Brazilian sample. *Alcohol and Alcoholism*, 40(6), 584–589. <https://doi.org/10.1093/alcalc/agh202>
- Liu, X. (2004). Sleep and adolescent suicidal behavior. *Sleep*, 27(7), 1351–1358. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.7.1351>
- Mallampalli, M. P., & Carter, C. L. (2014). Exploring sex and gender differences in sleep health: A society for women's health research report. *Journal of Women's Health*, 23(7), 553–562. <https://doi.org/10.1089/jwh.2014.4816>
- Mari, J. D. J., & Williams, P. (1986). A validity study of a psychiatric screening Questionnaire. *British Journal of Psychiatry*, 148, 23–27.
- Maslowsky, J., & Johnson, R. W. (2014). Developmental trends in sleep duration in adolescence and young adulthood: Evidence from a national US sample. *Journal of Adolescent Health*, 54(6), 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.jphysbeh.2017.03.040>

- Maslowsky, J., & Ozer, E. J. (2014). Developmental trends in sleep duration in adolescence and young adulthood: Evidence from a national United States sample. *Journal of Adolescent Health, 54*(6), 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.10.201>
- Nagin, D. S. (2005). *Group-based modeling of development*. Harvard University Press, Cambridge, MA (Vol. 43). <https://doi.org/10.5860/choice.43-1258>
- Olds, T., Blunden, S., Petkov, J., & Forchino, F. (2010). The relationships between sex, age, geography and time in bed in adolescents: A meta-analysis of data from 23 countries. *Sleep Medicine Reviews, 14*(6), 371–378. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2009.12.002>
- Patte, K. A., Qian, W., & Leatherdale, S. T. (2017). Sleep duration trends and trajectories among youth in the COMPASS study. *Sleep Health, 3*(5), 309–316. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.06.006>
- Rasch, B., & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological Reviews, 93*(2), 681–766. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>
- Richter, D., Krämer, M. D., Tang, N. K. Y., Montgomery-Downs, H. E., & Lemola, S. (2019). Long-term effects of pregnancy and childbirth on sleep satisfaction and duration of first-time and experienced mothers and fathers. *Sleep, 42*(4), 1–10. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsz015>
- Roberts, R. E., & Duong, H. T. (2017). Is there an association between short sleep duration and adolescent anxiety disorders? *Sleep Medicine, 30*, 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.02.007>
- Russo, P. M., Bruni, O., Lucidi, F., Ferri, R., & Violani, C. (2007). Sleep habits and circadian preference in Italian children and adolescents. *Journal of Sleep Research, 16*(2), 163–169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2007.00584.x>
- Schäfer, A. A., Domingues, M. R., Dahly, D. L., Meller, F. O., Gonçalves, H., Wehrmeister, F. C., & Assunção, M. C. F. (2016). Sleep duration trajectories and body composition in adolescents: prospective birth cohort study. *PLoS One, 11*(3), e0152348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152348>
- Short, M. A., & Weber, N. (2018). Sleep duration and risk-taking in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews, 41*, 185–196. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.03.006>
- Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T., & Mignot, E. (2004). Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Medicine, 1*(3), 210–217. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0010062>
- Tremaine, R. B., Dorrian, J., & Blunden, S. (2010). Subjective and objective sleep in children and adolescents: Measurement, age, and gender differences. *Sleep and Biological Rhythms, 8*(4), 229–238. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2010.00452.x>
- Whinnery, J., Jackson, N., Rattanaumpawan, P., & Grandner, M. A. (2014). Short and long sleep duration associated with race/ethnicity, socio-demographics, and socioeconomic position. *Sleep, 37*(3), 601–611. <https://doi.org/10.5665/sleep.3508>
- Wolfson, A. R., Carskadon, M. A., Acebo, C., Seifer, R., Fallone, G., Lubyak, S. E., & Martin, J. L. (2003). Evidence for the validity of a sleep habits survey for adolescents. *Sleep, 26*(2), 213–216. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.2.213>
- Zhang, J., Chan, N. Y., Lam, S. P., Li, S. X., Liu, Y., Chan, J. W. Y., ... Wing, Y.-K. (2016). Emergence of sex differences in insomnia symptoms in adolescents: a large-scale school-based study. *Sleep, 39*(8), 1563–1570. <https://doi.org/10.5665/sleep.6022>

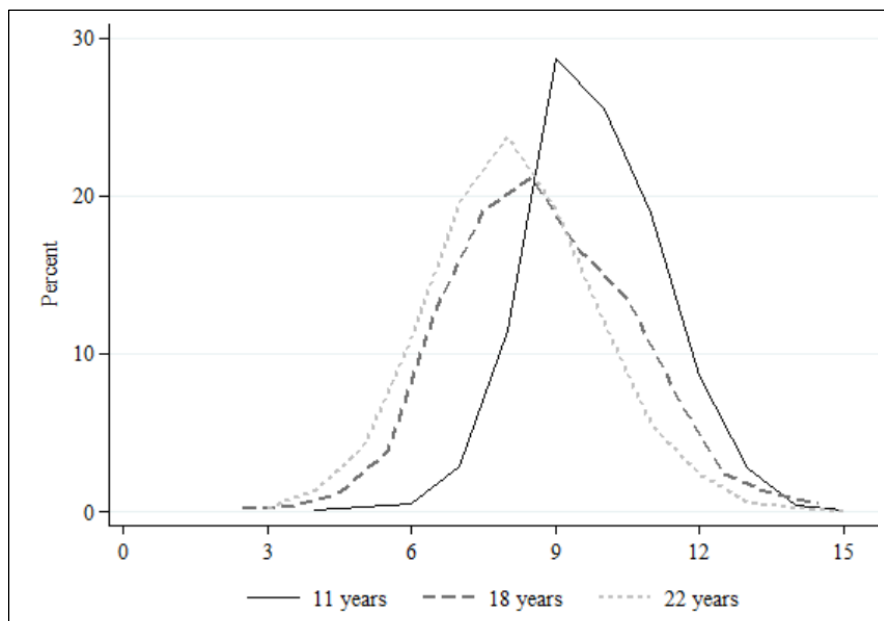
SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information may be found online in the Supporting Information section.

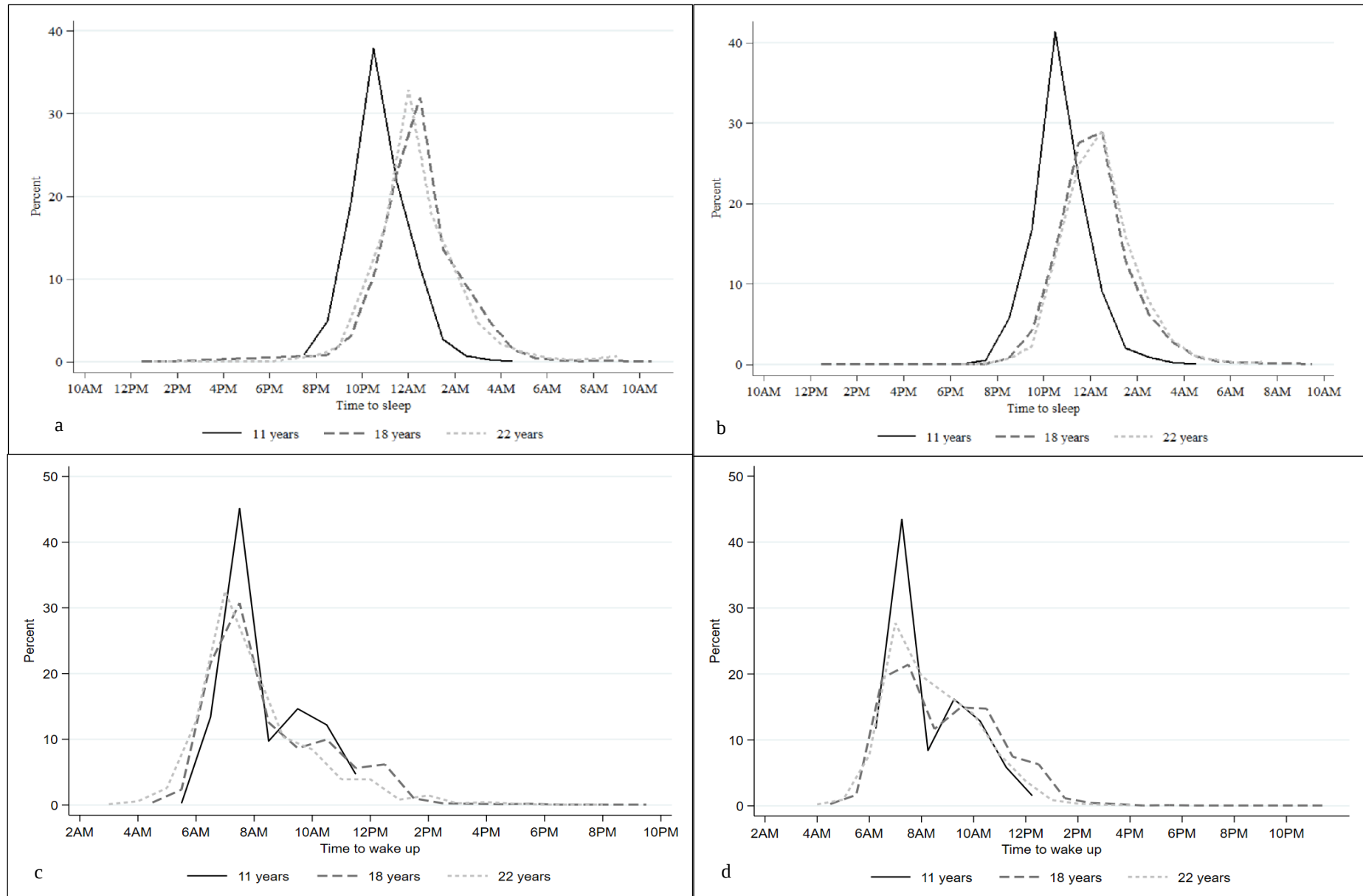
How to cite this article: Kramer Fiala Machado A, Wendt A, Baptista Menezes AM, Gonçalves H, Wehrmeister FC. Sleep duration trajectories from adolescence to emerging adulthood: Findings from a population-based birth cohort. *J Sleep Res.* 2020;00:e13155. <https://doi.org/10.1111/jsr.13155>

Supplementary Table S1. Description and average posterior probabilities (APP) for the sleep duration trajectory groups. Pelotas, Brazil (n=3.395)

Trajectories of sleep duration	N (%)	APP (sd)	Parameters	Parameters Estimates		
				β	(se)	P-value
Males						
1 “Increase and maintenance”	53 (3.4)	0.73 (0.17)	Intercept	6.66017	2213.03661	0.9976
			Linear	0.31280	424.72410	0.9994
			Quadratic	-0.00301	25.91020	0.9999
			Cubic	-0.00016	0.50804	0.9998
2 “Fast reduction and maintenance”	713 (45.0)	0.71 (0.13)	Intercept	18.83010	1.56682	<0.001
			Linear	-1.15640	0.21133	<0.001
			Quadratic	0.02812	0.00635	<0.001
3 “Constant reduction”	818 (51.6)	0.70 (0.11)	Intercept	11.51395	0.23115	<0.001
			Linear	-0.16363	0.01999	<0.001
Females						
1 “Increase and decrease”	43 (2.4)	0.74 (0.14)	Intercept	7.10763	1040.90084	0.9946
			Linear	-0.19782	199.77842	0.9992
			Quadratic	0.07612	12.18650	0.9950
			Cubic	-0.00282	0.23895	0.9906
2 “Fast reduction and maintenance”	464 (25.6)	0.73 (0.14)	Intercept	9.05818	2940.14756	0.9975
			Linear	0.66259	564.27070	0.9991
			Quadratic	-0.07732	34.42321	0.9982
			Cubic	0.00197	0.67496	0.9977
3 “Constant reduction”	1.304 (72.0)	0.79 (0.12)	Intercept	10.81542	0.14359	<0.001
			Linear	-0.09468	0.01037	<0.001



Supplementary Figure S1. Sleep duration at 11, 18 and 22 years of age, in all sample. The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort



Supplementary Figure S2. Bedtime at 11, 18 and 22 years of age in males (a) and in females (b). Time to wake up at 11, 18 and 22 years of age in males (c) and in females (d). The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort.

ARTIGO DE REVISÃO

A ser submetido à revista "European Respiratory Reviews"

Associations between sleep duration and human capital characteristics: A systematic review

Adriana Kramer Fiala Machado¹ <http://orcid.org/0000-0002-6800-1064>

Luiza Isnardi Cardoso Ricardo¹ <https://orcid.org/0000-0002-1244-4501>

Andrea Wendt¹ <http://orcid.org/0000-0002-4640-2254>

Fernando Cesar Wehrmeister¹ <http://orcid.org/0000-0001-7137-1747>

¹ Federal University of Pelotas, Post-Graduate Program in Epidemiology, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil

Corresponding author

Adriana Kramer Fiala Machado

drikramer@hotmail.com

Federal University of Pelotas, Post-graduate Program in Epidemiology. Postal address:
Marechal Deodoro, 1160, 3º floor, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. CEP: 96020-220.

Take home message

Long sleep duration seems to be negatively associated with poor cognitive outcomes in older adults. Among children and adolescents, short sleep duration seems to be associated with both poor cognitive and poor school outcomes.

Abstract

The aim of this study was to systematically review the literature about the relationship between sleep duration and cognitive function, school outcomes and socioeconomic status. We performed a systematic search in PubMed, Psycinfo, Scopus, Web of Science and Socindex up to March 2019, independently by two researchers. Original studies testing the association between sleep duration (as exposure) and school, cognitive and socioeconomic variables (as outcomes) among all age groups in population-based samples were included. We excluded studies assessing participants with specific diseases or specific populations. After the study selection process, a total of 31 manuscripts were selected. Most studies were from high-income countries with a large variability of instruments and cutoff points to measure exposure and outcomes. Cognitive function was evaluated in 16 manuscripts, school performance in 15, while none evaluated socioeconomic outcomes. Short and long sleep seems to be associated with poor cognitive outcomes in older adults, while among children and adolescents, short sleep duration seems to be associated with poor cognitive and school outcomes. Studies from low- and middle- income countries, evaluating sleep duration and exploring the relationship between sleep duration as exposure variable and human capital characteristics as outcomes variables should be included in the research agenda.

Keywords

Sleep duration, cognitive function, school performance, socioeconomic status, human capital

Introduction

The concept of human capital is complex and multidimensional. According to Schultz (1961) and Becker (1994), human capital may be defined as a set of knowledge, skills and abilities which individuals acquire across their lives.^{1,2} Additionally, human capital may be accumulated when time is spent with activities which improve health, well-being and income, such as courses, medical care, training and/or more years of study.²

Educational status has been one of the most common proxies used to measure human capital accumulation.³ Averaging school grades, years of schooling and personal financial income are amongst the different variables used to represent human capital.⁴ In Central America, for example, 1 additional year of schooling represented an increase of 12-14% of lifetime earnings.⁵ In addition, some authors suggest that health measures should also be taken into account in the assessment of human capital.^{3,6,7}

Memory consolidation and learning, which are essential for success at school and at work, are processes developed during sleep.^{8,9} According to Dewald, sleep problems (inadequate sleep duration, poor sleep quality and sleepiness) may impair neural development, emotional regulation, processing speed and prevent memory consolidation, affecting cognitive functions and academic performance.¹⁰ A Swedish study with adolescents showed that those who slept less hours than recommended (7 – 8 hours) presented higher odds of failure in at least one school subject (OR=4.1 for boys and OR=5.0 for girls).¹¹ This could increase the risk of dropping out of school, decreasing individual's expectation of entering at university or lead to formal education drop-out. In addition, lower educational attainment could also reflect on the choice for occupational activities, resulting in lower-paying, longer working hours and physical strain, negatively impacting on the general health status.

Systematic reviews about the relationship between sleep duration and human capital characteristics are mainly focused on either children, adolescents or elderly. However, many adults are still enrolled in educational courses, aiming at increasing formal education. Furthermore, this kind of review usually evaluates only one human capital characteristic and a more complete synthesis about this set is missing in the literature. In order to provide a clear pattern of this relationship at a population level, this review aims to systematically examine the literature about sleep duration and human capital characteristics (namely cognitive performance, school outcomes and socioeconomic outcomes) in population-based studies in all age groups.

Methods

Protocol and registration

This review was previously registered on the International Prospective Register of Ongoing Systematic Reviews (PROSPERO; CRD42020140509; available from https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display_record.php?RecordID=140509) and was carried out following the PRISMA guidelines for systematic reviews.¹²

Study selection

We searched PubMed, Psycinfo, Scopus, Wos and Socindex (Ebsco) databases, up to March 2019. The following search terms were used in all databases, using various combinations: ‘sleep duration’, ‘intelligence’, ‘intelligence quotient’, ‘IQ test’, ‘test scores’, ‘educational achievement’, ‘academic achievement’, ‘schooling’, ‘learning’, ‘cognitive skills’, ‘education attainment’, ‘student performance’, ‘academic performance’, ‘achievements’, ‘school dropout’, ‘income’, ‘socioeconomic status’, and ‘social class’. Supplementary Table S1 shows the combination of terms used in each database.

Studies were included if the following criteria were met: a) original studies, regardless the study design; b) population-based studies; c) sleep duration assessed as an exposure variable; d) human capital variables (socioeconomic status, cognitive function and school performance) evaluated as outcome. The reference lists of included studies were also revised for a final inclusion of studies.

Our exclusion criteria were: a) studies evaluating sleep duration as an exposure for other health outcomes, b) studies which assessed participants with specific diseases or health conditions (e.g. diabetes, sleep breathing disorder, mental or psychiatric illness) or specific population studies (e.g. medical students) and c) studies which did not present any association measure. In addition, we did not include studies comparing sleep duration among individuals with mild cognitive impairment, dementia or Alzheimer Disease as differences in sleep duration could be a consequence of these clinical conditions. If any study met the inclusion criteria but could not be retrieved from the databases, authors were contacted by email and asked to share a copy of the manuscript.

The process for selecting the studies (title, abstract and full text screening) was performed by two independent researchers simultaneously (AM and LR). Any disagreements were solved through a discussion between the two researchers, and in case of no consensus a third reviewer (FW) was consulted.

Data extraction and quality assessment

The following characteristics were extracted from the selected studies: author, year, country, study design, sample age range, sample size, sleep duration measurement and classification, outcome measurement and classification and main results.

The quality of the studies included in the review was assessed using a modified version of Cambridge Quality Checklists¹³. The original scale was developed to assess

the methodological quality of correlates, risk factors, and causal risk factors in studies on offending. Thus, some of the items were not applicable to the current review. The modified scale has three subscales covering internal validity, study design, and adjustments. The maximum score was eight for cross-sectional studies and 10 for prospective studies. The internal validity is conducted by assigning each study a score out of three, according to the number of the following criteria met: (1) the sampling method was either total population sampling or random sampling method; (2) studies have response/follow-up rates $\geq 70\%$ and comparison of loss and refusals with the sample; (3) sample size was ≥ 400 . Regarding study design, cross-sectional studies were scored as 1; retrospective studies as 2, and; prospective studies as 3. The adjustments were scored out of four according to the following: (1) sex and age; (2) socioeconomic variables; (3) mental health; (4) other relevant variables (such as body mass index, smoking, alcohol consumption, breastfeeding, medication use, physical activity, pubertal status). Table S2 shows more information about the methodological quality assessment.

Data synthesis

To better present the results, the outcomes were divided in three groups: a) school outcomes (performance, grades, attendance and failure); b) cognitive outcomes (memory, verbal and non-verbal intelligence and others); c) socioeconomic outcomes (income, social class and socioeconomic status). Also, we split the results into continuous, short and long sleep duration groups.

Results

The search strategy resulted in 19.835 references. After the exclusion of duplicates (8.842), 346 titles were selected for abstract review and 97 abstracts were selected for full text screening. After all procedures, the present review included 31 papers. The main

reason for exclusion was not meeting the criteria for a population-based study. The full selection process is shown in Figure 1.

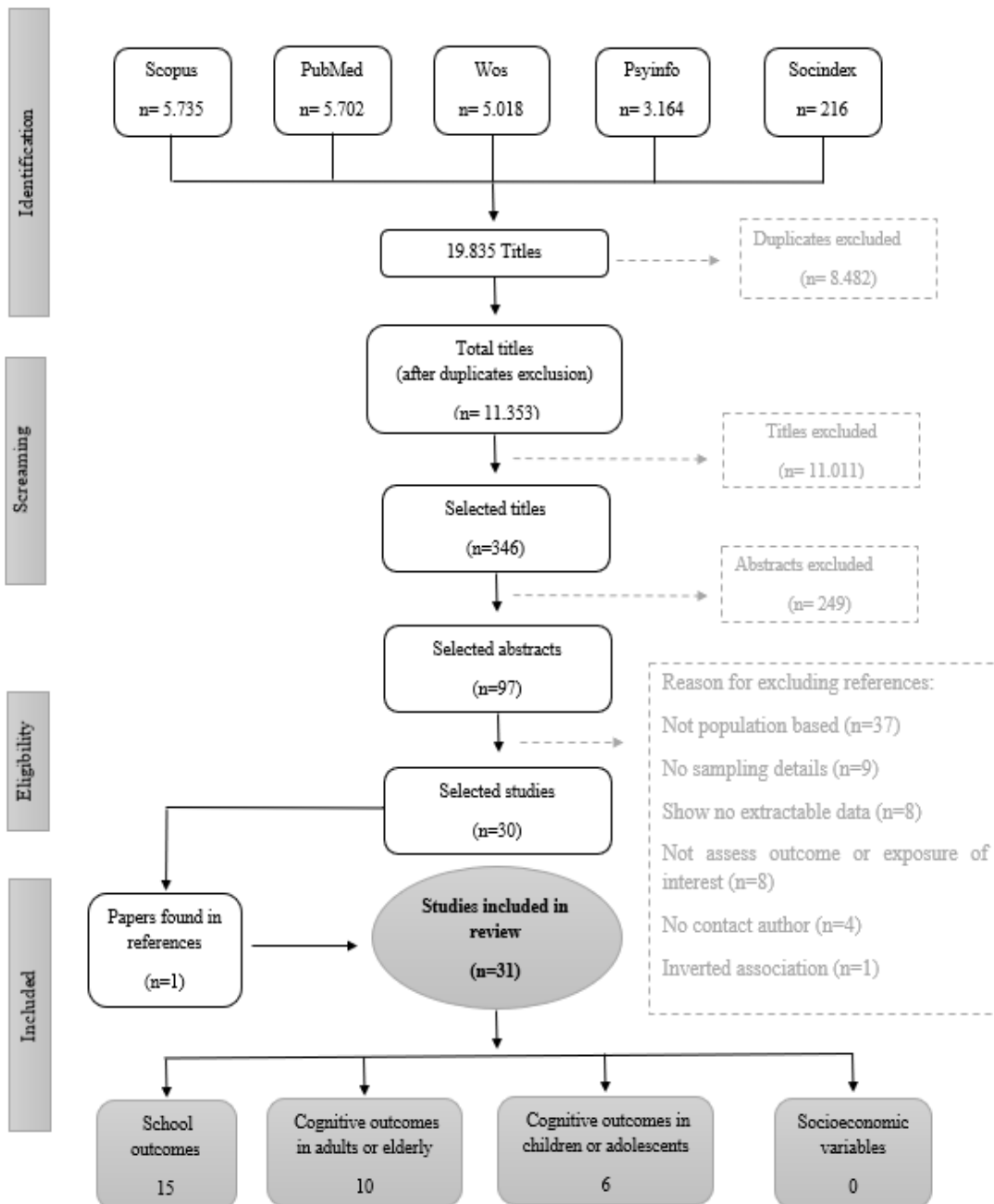


Figure 1. Flow chart describing the study selection

Table 1 summarizes the main characteristics of the selected articles. From the 31 studies, 27 evaluated short sleep duration, 18 long sleep duration and four evaluated adequate sleep duration or sleep duration as a continuous variable. Regarding the outcomes, 16 studies assessed cognitive variables, 15 assessed school performance variables, none assessed the relationship between sleep duration and socioeconomic outcomes. Regarding age group, 15 out of 31 studies presented samples composed by adolescents. More than 70% (n=23) were published from 2013 onwards. Most of the studies (n=28) were from high income countries, according to the World Bank classification,¹⁴ especially Canada (n=6) and United States (n=6). Low- and middle-income countries (Ghana and India) were only included by a multicentric study. None of the included studies evaluated this relationship in low-income settings. Regarding study design, 18 studies were cross-sectional and 13 were cohort studies.

Table 1. Summary of main characteristics of selected studies (n=31)

Variables	Number of studies (%)	References
Exposure†		
Short sleep	27 (87.1)	(11,15,16,18–26,28–40,43,44)
Long sleep	18 (58.1)	(15,16,18–20,22,24–26,28–31,33–35,43,44)
Continuous/ adequate sleep	4 (12.9)	(17,27,41,42)
Outcome		
School (grades, failure, performance)	15 (48.4)	(11,15,40–44,16,33–39)
Cognitive	16 (51.6)	(17,18,27–32,19–26)
Socioeconomic	0	
Sample age		
Children	6 (19.4)	(15,21–23,27,29)
Adolescents	15 (48.4)	(11,16,40–44,32–39)
Adults and elderly	10 (32.3)	(17–20,24–26,28,30,31)
Study design		
Cross-sectional	18 (58.1)	(11,16,35–37,40–44,17,18,20,27,28,30,32,33)
Longitudinal	13 (41.9)	(15,19,34,38,39,21–26,29,31)
Year of publication		
2007 to 2012	8 (25.8)	(18,23,25,26,30–32,38)
2013 to 2015	11 (35.5)	(11,16,43,17,27,28,34–37,39)
2016 to 2018	12 (38.7)	(15,19,42,44,20–22,24,29,33,40,41)

Countries^a		
Canada	6 (19.3)	(21–23,26,41,42)
United States	6 (19.4)	(19,20,37–40)
		(17,24,29)
Netherlands	3 (9.7)	
Norway	3 (9.7)	(36,43,44)
Others	12 (38.7)	(11,15,34,35,16,18,25,27,28,30–32)
Income classification^a		
High income	28 (90.3)	(11,15,24–27,29–32,35,36,16,37–44,17–23)
Upper-middle	2 (6.5)	(28,34)
Lower-middle*	1 (3.2)	(28)

^a One study does not present information about country (Lewin)

*Gildner et al. is a multicentric study and assessed upper-middle and lower-middle income countries

†The sum exceeds 31, because some manuscripts evaluated both short and long sleep duration

More detailed information about each included study can be found in Table 2. Sample size ranged from 513 to 63.688 individuals.^{15,16} To evaluate sleep duration, almost all studies used questionnaires (n=30) and just one used actigraphy.¹⁷ Among those which evaluated cognitive measures (n=16)^{17–32}, verbal intelligence was the most frequent outcome assessed (n=7). Among those which assessed school outcomes (n=15),^{11,15,16,33–44} school grades achieved was the most frequently evaluated outcome (n=11). Regarding the main results, just four papers did not find significant associations between sleep duration and human capital characteristics, three with a cross-sectional design (two evaluating cognitive outcomes and one evaluating school performance)^{17,27,40} and one with a cohort design (evaluating school performance).³⁹

Table 2. Detailed information of selected studies (n=31)

Year First author Country	Design	Sample age and sample size	Sleep duration, measurements and classification	Outcome	Outcome measurements	Outcome classification	Main results
<i>Cognitive outcomes in adults and elderly</i>							
2009 Faubel ¹⁸ Spain	CS	≥60 years n=3212	Sleep duration in 24h ≤5h, 6h, 7h, 8h, 9h, 10h and ≥11h	CG	Cognitive function Mini-Mental State Examination (MMSE)	scored from 0 to 30 points; a higher score indicates better cognitive performance.	Frequency of cognitive impairment was higher in those sleeping 10 h (OR 1.4; 95% CI 1.0–2.0) and 11 h (OR 2.2; 95% CI 1.5–3.2) than in those sleeping 7 h.
2009 Kronholm ³⁰ Finland	CS	Mean age 50 years n=5171	Sleep duration in 24h ≤6 h, 7h, 8h and ≥9 h	CG	(1) Verbal fluency (2) Memory function (3) Self-reported memory function	(1) Words per minute (2) % of remembered words from the number of originally learnt words (3) Very good; good; satisfactory; poor; very poor	U-shaped association. (1) Short and long sleepers presented lower scores (averages: 23.3 and 22.6, respectively), compared to those who slept 7/8 hours (averages: 24.8 and 24.6, respectively). (2) Short and long sleepers have lower scores (averages: 20.2 and mean 20.0, respectively), compared to those who slept 7/8 hours (averages: 21.3 and 21.2, respectively). (3) Between those with short and long sleep duration only 7.0% and 5.8% reported good or very good memory, respectively. While those with 7/8 hours of sleep these percentual was about 20%.
2010 Loerbroks ³¹ Germany	L	Baseline: 40-60 years Follow-up: ≥70 years n= 695	Sleep duration at night (hours) ≤6 h, 7-8h, and ≥9h	CG	(1) Global cognitive (2) Verbal memory (3) Total score	(1) Score <31: CI (2 and 3) scores ≤13th percentile: CI	Those with an increase in sleep duration had risk for the global cognitive score PR:2.13(CI95%:1.01, 4.48); and PR for the verbal memory score 1.98(CI95%:1.04, 3.78) than those with a stable normal sleep duration.
2012 Keage ²⁵ United Kingdom	L	Baseline: ≥65 years Follow-ups: 2 and 10 years later n= 2012	Sleep duration at night (time to sleep, wake up and latency) ≤6.5h, >6.5h and <8.5h, ≥8.5h	CG	Cognitive impairment Mini-Mental State Examination (MMSE)	score range 0–30) scores of 18 or above (no severe cognitive impairment).	≤6.5 h of night-time sleep at baseline was associated with an increased risk after 10 years (OR: 2.02; 95%CI 1.17–3.48)
2012 Potvin ²⁶ Canada	L	65 to 96 years n= 1658 n= 859 still alive 10 years later)	Sleep duration at night (hours) PSQI ≤ 5 h, 6h, ≥ 9 h	CG	General cognitive impairment and impairment of the amnesic type (MMSE)	score below the 15th percentile according to norms for age, education, and sex	Those women with long sleep duration had higher odds for general and amnesic cognitive impairment (2.10 (1.10-4.00) and 3.70 (1.49-9.17), respectively). While in men, those with short sleep duration presented higher odds 3.11 (1.41-6.86) and 4.95 (1.72-14.27), respectively)

Table 2. (Continued).

Year First author Country	Design	Sample age and sample size	Sleep duration, measurements and classification	Outcome	Outcome measurements	Outcome classification	Main results
2014 Gildner ²⁸ China, Ghana, Indian, S.African, Russian, Mexico	CS	≥ 50 years n=34.203	Sleep duration at night (hours) ≤6 h, > 6-9h and > 9 h	CG	Immediate and delayed verbal recall, forward and backward digit span, and verbal fluency.	Five z-scores were summed, resulting in a final composite z-score	U-shaped association. Short sleepers (< 6 h) exhibited significantly lower cognitive scores β -0.004 ($p < 0.001$) than intermediate sleepers (> 6-9 h). Long sleepers (> 9 h) displayed significantly lower cognitive test performance -0.062 ($p < 0.001$) than intermediate sleepers.
2015 Luik ¹⁷ Netherlands	CS	Mean age 62.2 years n=1.723	Actigraph (Actiwatch AW4), for 7 days in the in wrist. 30-s epochs Continuous	CG	Memory, executive function, information processing speed, and global cognition	For each cognitive test, was generated Z scores	No association
2016 Ramos ¹⁹ US	L	Baseline: Mean age 63 years n=687	Sleep duration at night (hours) <6h, 6–9h, and ≥9h	CG	Executive function, Episodic memory, Processing speed and Language	z scores for each individual test	Cross-sectional analysis: no association Longitudinal analysis: participants with long sleep duration had decline in executive function β -0.29 ($p=0.04$)
2016 Ramos ²⁰ US	CS	Mean age 56.5 years n=8.676	Sleep at night (time to sleep and to wake up) Quartiles (short duration - lowest quartile)	CG	Verbal episodic learning and memory function, verbal fluency and psychomotor speed and working memory	z scores for each individual test	Inverted U-shaped association between sleep duration and neurocognitive function evidenced across all 4 cognitive tests.
2018 Van Oostrom ²⁴ Netherlands	L	Baseline: mean 55.2 years n=2.970	Sleep duration in 24h (hours) ≤6h, 7-8h; ≥9h	CG	Memory function, information processing speed, cognitive flexibility, and global cognitive function	Sum of tests z-score for each test	Long sleepers had significantly lower scores for memory β -0.08 (CI95%: -0.15; -0.01) and global cognitive function β -0.06 (CI95%: -0.11; -0.02), compared to those with moderate sleep duration. Among adults frequently feeling not well rested, both short and long sleepers had lower scores for speed -0.21 and -0.49, respectively. Long sleepers had lower scores for flexibility (-0.46 (-0.89;0.04)) compared to adults with moderate sleep duration.
Cognitive outcomes in children and adolescents							
2007 Touchette ²³ Canada	L	2.5, 3.5, 4, 5 and 6 years n= 1492	Sleep duration at night (hours) short persistent, short increasing, a 10h and 11h	CG	Cognitive tasks verbal and no verbal abilities	Low performance: score < 1 SD below mean High performance: 1 SD above mean.	Those with short persistent sleep duration increases odds of low verbal performance in 3.1(CI95%:1.5 - 6.3), while those with short increasing sleep duration increases in 2.4(CI95%:1.3 - 4.4), compared with those with 11h persistently.
2010 Ortega ³² Spain	CS	13-18.5 years n=1564	Sleep duration at night (time to sleep and wake up) in weekdays <8 h, 8–9h and >9 h	CG	Intelligence: verbal numeric reasoning	Overall cognitive performance: verbal + numeric + reasoning	For females no significant association was found. For males the association was only statistically significant for reasoning ability, in which those that slept <8h scored mean 16.5 and those that slept ≥8h scored mean 17.9 ($p=0.02$)

Table 2. (Continued).

Year First author Country	Design	Sample age and sample size	Sleep duration, measurements and classification	Outcome	Outcome measurements	Outcome classification	Main results
2015 Cho ²⁷ Australia	CS	6 - 7 years n=1.740	Sleep duration at night (time to sleep and to wake up) Continuous	CG	Verbal working memory Visual working memory	Continuous	No association
2016 Kocevska ²⁹ Netherlands	L	Baseline: 2 years Follow-up: 6 years n=2.800	Sleep duration at night (hours) Continuous and <11h, 11-14h and >14h	CG	Nonverbal Intelligence Language Comprehension	Continuous	Those who slept >14 h had β -1.77 (CI95%: -3.53; -0.01) for non-verbal intelligence and β -0.02 (CI95%: -0.03; -0.01) for language comprehension, compared with who sleep 11-14h. Short sleeping group may have been too small to detect statically significant differences.
2016 Seegers ²¹ Canada	L	Baseline: 5 months - 4 years Follow-up: 5-10 years n=11.92	Sleep duration at night (hours). continuous. sleep trajectories	CG	Receptive vocabulary	Poor performance: ≥ 1 SD below the sample mean	Short persistent and 10h sleep trajectories have higher odds of belonging to the poor performance group (2.67 (CI95%:1.24–5.74) and 1.66 (CI95%:1.06–2.59)), respectively, compared to those in the 11h. Small sample size of the short increasing sleepers may have prevented detecting significant differences.
2018 Smithson ²² Canada	L	Baseline: 3 months Follow-up: 2 years n=593	Brief Infant Sleep Questionnaire (BISQ) Trajectories intermediate; short, decline to short, long, missing data	CG	Bayley Scale of Infant Development (BSID-III)	Continuous	Compared to children with intermediate total sleep, short sleepers had a 5.2-point lower cognitive development score at 2 years ($p=0.002$). Short nighttime sleep was associated with a 10.1-point decrease in cognitive development at 2 years ($p<0.001$); while intermediate sleep was associated with a 3.7-point decrease in cognitive development ($p<0.01$) compared to children in the long sleep group (reference).
School outcomes							
2009 Roberts ³⁸ US	L	11 - 17 years n=3134	Sleep duration at night (hours) on weeknights/ weekends $\leq 6h$ and >7	SP	Academic performance or school grades “During the past six months, how well have you been doing in your school work?”	Better than average, average, somewhat below average, and below average. The latter two were scored as poor performance, or low grades.	Those with short sleep duration on weeknights and weekend had poor school performance 2.01 (1.31–3.08). Those with short sleep only on weeknights also had poor performance 1.50 (1.07–2.11).
2013 Li ³⁴ China	L	Baseline: 6.8 years Follow-up: 10.8 years n=612	Children’s Sleep Habits Questionnaire (CSHQ) <9h, 9-10h, $\geq 10h$	SP	Attention/concentration, interest/motivation, academic achievement and school relationship	1 Excellent, 2 good, 3 medium, 4 not poor, 5 poor	No longitudinal associations. At follow-up children with sleep duration <9 hours had an increased risk for poor academic achievement (OR =1.20 (CI95%: 1.02–1.46) compared with 9-10h

Table 2. (Continued).

Year First author Country	Design	Sample age and sample size	Sleep duration, measurements and classification	Outcome	Outcome measurements	Outcome classification	Main results
2013 Perkinson ³⁵ Switzerland	CS	Mean age of 15 years n=2716	Sleep duration at night (time to sleep and to wake up) on school days and weekends <8h, 8–8:59h and ≥9h	SG	Schools provided final grades: mathematics and German language	<4: failing grades 4–6: satisfactory to excellent grades	Students sleeping < 8h had lower mathematics and German grades than their counterparts sleeping 8–8:59 (mean 4.16 vs 4.32 - for math) and (mean 4.24 vs. 4.33 - for German).
2013 Stroebele ³⁷ US	CS	10 - 11 years n=1095	Unspecified question < 9h and ≥9 h	SG	Self-reported academic performance	Mostly A and B Mostly B and C Mostly C and D and F	Those who slept ≥9 h, 74% had grades A and B, while among those who slept <9 h 61.9%. % of adolescents with grades D/E/F was higher among those with < 9h of sleep than in those with ≥9h (8,0% vs. 5.2%) (p<0.001).
2014 Asarnow ³⁹ US	L	Baseline: 15 years Follow-up: 18-26 years n=2700	Sleep duration (hours) – no specification if during night or 24h < 9h and ≥ 9 h	SG	Grade point average for all years of high school	Continuous	No association
2014 Seo ¹⁶ Korea	CS	12 - 18 years n=63.688	Sleep duration at night (time to sleep and to wake up) on a school day ≤4h, 5-6h, 7-8h, and ≥9h	SP	“How well do you do in school?”	Below average, average or higher	For boys, sleep 5–6 h increased school performance by 9.4%; while sleep ≥9 h decreased by 34.3%, compared with who sleep ≤4 h. For girls, a sleep duration of ≥9 h decreased school performance by 33.6% when compared with those sleep ≤4 h;
2014 Stea ³⁶ Norway	CS	15 - 17 years n=2.432	Sleep duration at night (time to sleep and to wake up) on a school day <8h and ≥8h	SG	Self-reported grades in mathematics, English and Norwegian?”	Poor (range, 0–3) and adequate (range, 4–6)	Girls with short time in bed had higher odds to present low school grades (OR: 2.14 (CI95%:1.46–3.12)), compared with those slept ≥8 h. For boys was not found association (OR:1.22 (CI95%:0.86–1.72)).
2015 Hysing ⁴³ Norway	CS	Mean age 17 years n=8.347	Sleep duration at night (time to sleep, to wake up and latency) < 4:50h, 4:50 to 8:00h and > 8:00h	SA	Days and school hours of absence in last semester	≥10 days and ≥19 hours: substantial school absence	Those with medium and short sleep duration had 1.57(CI95%:1.14– 2.17) and 3.70(CI95%:2.62–5.22), respectively, more chance to present substantial school absence, compared with those with long sleep duration.
2015 Titova ¹¹ Sweden	CS	13 - 17 years of age n=4.736	“Sleep duration at night (hours) on weekdays and Saturday/Sunday?” <7–8h and ≥7–8h	SG	Have you failed any subject during the school year?	Dichotomic No; Yes	Odds of school failure were: For boys: Short sleep on weekend days OR:2.18 (CI95%:1.55–3.07) and on working days OR:1.82 (CI95%:1.45–2.28). Short sleep on both working and weekend days OR:4.14 (CI95%:2.82–6.08). For girls: Short sleep on weekend days OR:1.79 (CI95%:1.16–2.76) and on working days OR:2.36 (CI95%:1.87–2.98). Short sleep on both working and weekend days OR:5.03 (CI95%:3.50–7.22)
2016 Hysing ⁴⁴ Norway	CS	16–19 years n=7.798	Sleep duration at night (time to sleep, to wake up and latency). <5h, 5 to <6h, 6 to <7h, 7 to <8h, 8 to <9h and ≥9 h	SG	Official registers	Scale from 1 to 6 (6 highest grade, 2 lowest passing grade and 1 failure). Dichotomized at the 25th percentile: poor academic performance	Reverse J-shaped association between sleep duration and school grades. Compared with who slept 8 to <9 h: sleep <5h group: OR: 2.53 (CI95%:2.03–3.16) sleep 5:00 - 5:59 group: OR:1.54 (CI95%:1.21–1.95) sleep 6:00 - 6:59 group: OR:1.21 (CI95%:0.98–1.50) sleep 7:00 - 7:59 group: OR:0.94 (CI95%:0.76–1.16) sleep ≥9:00 group: 1.67 OR: (CI95%:1.04–2.68)

Table 2. (Continued).

Year First author Country	Design	Sample age and sample size	Sleep duration, measurements and classification	Outcome	Outcome measurements	Outcome classification	Main results
2017 Faught ⁴¹ Canada	CS	10 - 11 years n=4.253	Sleep duration at night (time to sleep and to wake up) on week and on the weekend together Adequate 9 – 11h	SG	Mathematics, Reading, and Writing grades.	Meeting expectations Not meeting expectations	Those that meeting sleep hours recommendations had a odds 1.56 (CI95%:1.03, 2.34) higher to meeting expectations for reading.
2017 Faught ⁴² Canada	CS	11 - 15 years n=28.608	Bedtime and wake-up time on school days and weekend days over the past week. Adequate: Ages of 8-13: 9 and 11 h. Ages 14-17: 8 and 10 h	SG	'Which of the following best describes your marks during the past year?'	Excellent (Mostly A's, Mostly A's and B's) Fair (Mostly B's and C's and below).	Inverse u-shape association. Having either too short or too long sleep duration compared to the recommended hours per night was associated with 0.85 (CI95%:0.77 - 0.93) times the odds of achieving excellent grades.
2017 Lewin ³³ Not specified	CS	8 ^o grade students (age not specified) n= 26.440	"How many hours of sleep do you get on weeknights?" <7h, 7h, 8h, and ≥9h	SG	Self-reported grades	Mostly A's, B's, C's, D's/F's	Longer sleep duration associated with better grades β 0.015 (p <0.001)
2018 Blunden ¹⁵ Australia	L	Baseline: 3.5 - 5 years Follow-up: 7 - 9 years n=513	Parents report sleep duration (school night) normative sleep, early risers, long sleep, variable sleep, and short sleep.	SG	reading, writing, language conventions (spelling; grammar, and punctuation), and numeracy.	Continuous	Longer sleepers had best results. Short Sleep class showed a significant reduction in spelling performance (β -32.01, p= .011) and writing performance (β -41.78, p= .022) compared with the Long Sleep class. The Typical Sleep class showed a significant reduction in grammar performance compared with the Long Sleep Class (β -20.04, p= .014).
2018 Burns ⁴⁰ US	CS	14 - 18 years n=4.625	"On an average school night, how many hours of sleep do you get?" < 8h and ≥8h	SG	"During the past 12 months, how would you describe your grades in school?"	A/B others	No association

L: longitudinal study; CS: Cross-sectional study; CG: Cognitive outcomes; SG: School grades; SA: School attainment; SP: School performance; CI: Cognitive impairment; SD: standard deviation; SE: Standard error; TIB: Typical time in bed; SOL: Sleep onset latency; WASO: wake after sleep onset

The quality assessment of selected studies is shown in Supplementary Table S2. Among cohort studies, the score varied from 5 to 9 (mean of 7.5), while among cross-sectional studies, from 3 to 7 points (mean of 5.4). Only two studies (one cross-sectional and one cohort) met all three criteria in the internal validity subscore^{22,42}. About 68% (n=21) of studies performed adjustments for sex and age, 80.6% (n=25) for socioeconomic variables, 32.3% for mental health characteristics and, 58.1% for other relevant variables. Furthermore, among cohort and cross-sectional studies 23.1% (n=3) and 27.8% (n=5) performed all the adjustments respectively.

Figure 2A shows the association between short sleep duration and human capital characteristics. Results varied according to age groups and study design. Among cross-sectional studies evaluating cognitive outcomes in adults and/or elderly (n=4), 75% found that short sleep duration was associated with poorer cognitive outcomes,^{20,30,45} while in cohort studies (n=5) this percentage was 60%.²⁴⁻²⁶ Among cohort studies evaluating cognitive outcomes in children and adolescents (n=4), three found that short sleep duration was associated with worse cognitive outcomes,^{22,23,29} while in cross-sectional studies (n=2), one showed the same direction of association.³² There are more cross-sectional studies (n=9) than cohort studies (n=4) evaluating the relationship between short sleep duration and school outcomes. The percentage of studies shown short sleep duration associated with poorer school outcomes was higher in cohort studies (75%)^{15,33,41} than in cross-sectional studies (67%).^{11,35-37,43,44}

Figure 2B shows the association between long sleep duration and human capital characteristics. About cognitive outcomes in adults and/or elderly, long sleep duration was associated with low levels of the outcomes in all cross-sectional studies (n=4)^{18,22,24,28} and in 80% of the cohort studies.^{19,24,26,31} Among children and adolescents, only two cohort studies evaluating this association were found and the results were divergent.

One observed that long sleep duration was associated with poorer cognitive performance,²⁹ while in other, which consider nighttime sleep, those with short sleep and intermediate sleep duration shown, respectively, 10.1-point and 3.7-point decrease in cognitive development when compared to those with long sleep duration.²² Regarding school performance, there are more cross-sectional studies (n=5)^{16,33,35,43,44} than cohort studies (n=2)^{15,34} and results varied widely even among the same study design.

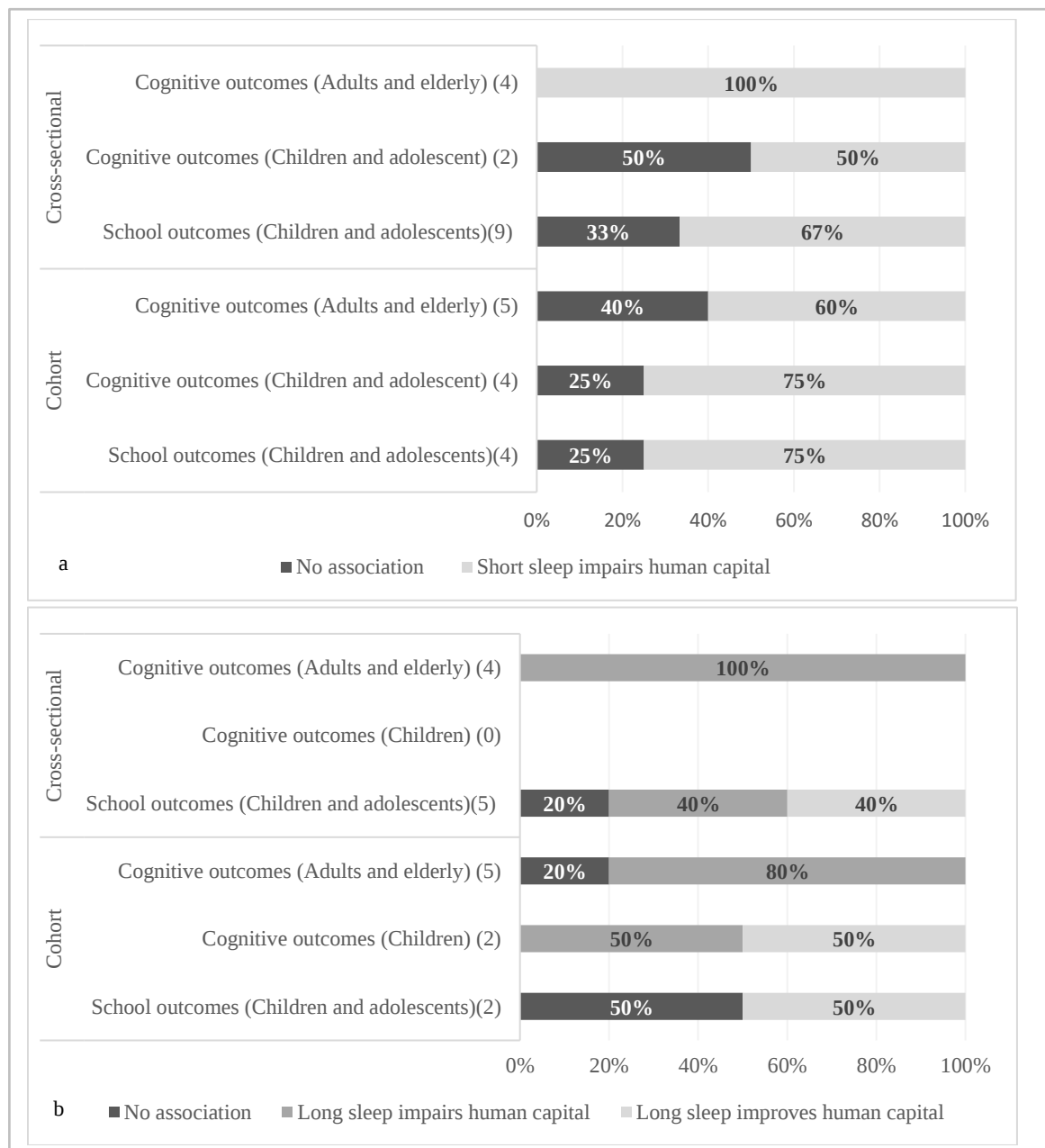


Figure 2. Association between short sleep duration (a), long sleep duration (b) and human capital characteristics according study design and type of outcome

*The sum of the number of articles among Figure 2a and Figure 2b exceeds 31, because some manuscripts evaluated both short and long sleep duration.

Among studies which performed all the adjustments (n=8), seven evaluated the relationship between sleep duration and cognitive outcomes. Three of these studies, observed that both short and long sleep were associated with poor cognitive outcomes in older adults^{20,24,30}. Potvin et al,²⁶ observed differences according to sex, where long and short sleep were associated with poor outcomes in older women and men, respectively. In other two studies, only longer sleep duration was associated with worse outcomes^{18,31}. Luik et al¹⁷, assessing sleep by actigraphy did not observe significant associations. Regarding the relationship between sleep duration and school outcomes, one study performed all the adjustments and showed that adolescents who slept ≥ 9 hours presented worse school performance, compared to those who slept ≥ 4 ¹⁶. Furthermore, only two studies presented a response rate $\geq 70\%$ and also compared individuals excluded with those included. One of these studies, showed that adolescents with longer sleep duration presented better school grades⁴² and another observed that children who presented short or intermediate sleep duration showed poor cognitive outcomes, compared to those with long sleep duration. Lastly, we did not include any study which performed all adjustments and presented a maximum score in internal validity at the same time.

Discussion

This review presents a summary of studies assessing the relationship between sleep duration and human capital characteristics, such as cognitive, socioeconomic and school-related outcomes in population-based studies. In general, short sleep duration is more explored in the literature and studies show some consistency for school-related outcomes. On the other hand, long sleep duration is less explored in the literature and presents some consistency for cognitive outcomes among adults and elderly. Almost all

studies were performed in high-income countries and showed a large variability regarding instruments and cutoff points used to measure sleep duration and outcomes.

Some reviews about this subject have been published recently. Chaput et al., published a systematic review regarding sleep duration and various health indicators such as cognition and academic achievements, amongst others.⁴⁶ It included studies published until 2015 evaluating children and adolescents from 5 to 17 years of age. The authors concluded that short and long sleep duration were associated with poorer school-related outcomes, however all 21 manuscripts which evaluated this association were classified by authors as having very low quality of evidence and four were not population-based. Regarding cognition, the findings were inconclusive and from the six manuscripts included by the authors only one was population-based and only one presented longitudinal design, however with high losses rates.⁴⁶ Lo et al., evaluated information regarding cognitive performance in adults and elderly (aged 55 years or more) and included studies published between 1990 and 2014.⁴⁷ The results have shown that short and long sleep duration increases the odds of poor cognitive function. Among the 18 manuscripts evaluated by the authors, nine were performed in specific populations or were not population-based.

It is important to highlight that these systematic reviews and meta-analysis included only papers published until 2015 and, in the present study, among the 31 included papers, 12 were published between 2016 and 2018. Differently from the two publications mentioned above, we included only population-based studies and did not set limits on publication period or sample's age restrictions. Conclusions derived from results of studies with specific populations or with non-representative samples may not represent the population they came from.

Few studies assessed the relationship between sleep and human capital in adults. In our review only three manuscripts evaluating adults under 55 years old were included.^{28,30,39} Evaluating human capital in this age group may be a complicated task because school-related outcomes may not be an appropriate proxy of human capital as in childhood and adolescence. Also, adults are not yet at risk of cognitive decline like the elderly. A set of characteristics, such as income, educational achievement, and health status may be needed to measure human capital accumulation properly in this population.

Among studies evaluating the relationship between sleep duration and cognitive outcomes in adults and elderly, cross-sectional studies shown more consistent results, while cohort studies have shown inconsistent results, mainly due to the variability in the outcomes used to measure cognitive performance. Overall, there is a strong evidence regarding the association between long sleep duration and poor cognitive outcomes in this age group. Among children and adolescents, the results for long sleep duration are inconclusive for both, cognitive and school outcomes. Regarding short sleep duration, among all age groups it seems to be associated with poor cognitive outcomes. Although, this evidence is based mainly from cross-sectional studies and the variation in sleep duration cutoff point used turns comparisons hard.

Sleep deprivation seems to be associated with a decline in cognitive function, such as attention and memory,⁴⁸ which are essential factors for success at both school and work. Thus, it is plausible that impairments in cognitive abilities mediate the relationship between sleep and economic outcomes. Although, we did not find any population-based study which evaluated the relationship between sleep duration as an exposure variable and socioeconomic characteristics as an outcome variable, which is a gap in the literature. According to Barazzetta & Ghislandi⁴⁹, further research is needed to understand if sleep in early life influences future health and economic trajectories. Indeed, to properly

measure this association, cohort studies with long follow-up periods and evaluating a wide range of variables, can allow the adjustment for multiple confounders, are necessary, which may be financially and logistically challenging.

Human capital is recognized as the level of education and health in a population and is considered an important determinant of economic growth.⁷ Differences in human capital levels can be observed between countries. Lim et al., evaluating 195 countries, built an indicator of expected human capital, taking into account four dimensions - educational attainment, learning, functional health, and survival at population level.⁷ As results, low income countries have shown considerably lower levels of expected human capital when compared to high income countries. According to Victora et al., undernutrition, which is higher in low-income countries, may affect adult human capital.⁴⁹ These individuals are more likely to become shorter adults, to have lower educational achievement, to give birth to smaller infants and present lower economic status in adulthood. Although evidences of the importance of human capital to economic growth, according to the Word Bank, investments in human capital are scarce in low- and middle-income countries.⁵¹ Furthermore, most population-based studies evaluating sleep duration came from high income countries. However, differences in work patterns, occupations and types of housing between these countries might impact sleep duration patterns. Thus, in face of such differences, the importance to study this relationship in low- and middle-income settings is evident.

Some aspects about the quality of the reports included in this review should be highlighted. Firstly, we did not include any study that performed all the adjustments and presents a maximum score in internal validity at the same time. Secondly, only two studies presented a response/follow-up rate $\geq 70\%$ and characterized and compared losses and refusals with those included in the analysis. So, the representativeness of the majority

of studies may be doubtful. Furthermore, all adjustments were performed only in eight manuscripts and were more frequently among studies evaluating cognitive outcomes than those evaluating education outcomes (43.8.% vs. 6.7%, respectively). Nevertheless, there was no difference in conclusions regarding the association between sleep duration and cognitive outcomes in older adults if we consider only results of studies in which all adjustments were performed or consider all manuscripts together. On the other hand, only one study assessing the association between sleep duration and educational outcomes performed all the adjustments, and it was not possible to reach a conclusion.

The present study summarizes results about association of sleep duration on some human capital characteristics in population-based studies across all age groups, allowing us to identify some gaps in literature. However, this review has some limitations. It was not possible to perform a meta-analysis due to high data heterogeneity hampering to draw more specific conclusions about the magnitude of the effect and possible dose-response relationship. Furthermore, most studies evaluating the relationship between sleep duration and school outcomes are cross-sectional and reverse causality may be present in this association given that not doing well at school may lead in psychological stress, what in turn may impact sleep duration and quality.

Conclusions

Short and long sleep duration seems to be associated with poor cognitive outcomes in older adults. Among children and adolescents, short sleep duration seems to be associated with both poor cognitive and poor school outcomes, however the majority of studies evaluating this association were not properly adjusted for confounding variables. Representative and well-designed studies, mainly with longitudinal design, evaluating short and long sleep duration in all age groups are necessary to confirm these associations.

Given that almost all manuscripts came from high income countries, population-based studies in low-middle income countries are necessary. Moreover, given that existing cutoff points are based in samples from high income countries and may not be applicable in other populations, evaluate the distribution of sleep duration or evaluate it continuously could be more appropriated. Furthermore, future research needs to focus in a standardize measurement of human capital, at individual level and evaluate other variables, such as health status and socioeconomic characteristics together with educational and cognitive characteristics. The relationship between sleep duration and human capital characteristics should be included in the research agenda.

Acknowledgments

We acknowledge the Brazilian National Research Council (CNPq) for their support. AKFM and FCW has been funded by CNPq.

Declaration of interest statement

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Schultz TW. American Economic Association Investment in Human Capital. *Am Econ Rev.* 1961;51(1):1–17.
2. Becker GS. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education (3rd Edition). 1994. 1–16 p.
3. Ogundari K, Awokuse T. Human capital contribution to economic growth in Sub-Saharan Africa: Does health status matter more than education? *Econ Anal Policy.* 2018;58:131–40.

4. Wang. The effect of insomnia on human capital accumulation, educational attainment, and labor market outcome. Vol. 66. 2013.
5. Psacharopoulos G, Patrinos HA. Returns to investment in education: A further update. *Educ Econ*. 2004;12(2):111–34.
6. Hartwig J. Is health capital formation good for long-term economic growth? - Panel Granger-causality evidence for OECD countries. *J Macroecon*. 2010;32(1):314–25.
7. Lim SS, Updike RL, Kaldjian AS, Barber RM, Cowling K, York H, et al. Measuring human capital: a systematic analysis of 195 countries and territories, 1990–2016. *Lancet*. 2018;392(10154):1217–34.
8. Huber R, Ghilardi MF, Massimini M, Tononi G. Local sleep and learning. *Nature*. 2004;430(6995):78-81.
9. Walker MP, Stickgold R. Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron*. 2004;44(1):121–33.
10. Dewald JF, Meijer AM, Oort FJ, Kerkhof GA, Bögels SM. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Med Rev*. 2010;14(3):179–89.
11. Titova OE, Hogenkamp PS, Jacobsson JA, Feldman I, Schiöth HB, Benedict C. Associations of self-reported sleep disturbance and duration with academic failure in community-dwelling Swedish adolescents: Sleep and academic performance at school. *Sleep Med*. 2015;16(1):87–93.
12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Altman D, Antes G, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6(7).

13. Jolliffe D, Murray J, Farrington D, Vannick C. Testing the Cambridge quality checklists on a review of disrupted families and crime. *Crim Behav Ment Health*. 2012 Dec;22(5):303-14.
14. Neil F, Umar S. The World Bank's Classification of Countries by Income. *World Bank*. 2016;(January).
15. Blunden S, Magee C, Attard K, Clarkson L, Caputi P, Skinner T. Sleep schedules and school performance in Indigenous Australian children. *Sleep Health*. 2018;4(2):135–40.
16. Seo D Il, So WY. Sleep duration and school performance in Korean adolescents. *Salud Ment*. 2014;37(5):407–13.
17. Luik AI, Zuurbier LA, Hofman A, Van Someren EJW, Ikram MA, Tiemeier H. Associations of the 24-h activity rhythm and sleep with cognition: A population-based study of middle-aged and elderly persons. *Sleep Med*. 2015;16(7):850–5.
18. Faubel R, LÓpez-García E, Guallar-Castillón P, Graciani A, Banegas JR, Rodríguez-Artalejo F. Usual sleep duration and cognitive function in older adults in Spain. *J Sleep Res*. 2009;18(4):427–35.
19. Ramos AR, Gardener H, Rundek T, Elkind MSV, Boden-Albala B, Dong C, et al. Sleep disturbances and cognitive decline in the Northern Manhattan Study. *Neurology*. 2016;87(14):1511–6.
20. Ramos AR, Tarraf W, Daviglus M, Davis S, Gallo LC, Mossavar-Rahmani Y, et al. Sleep Duration and Neurocognitive Function in the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos. *Sleep*. 2016;39(10):1843–51.
21. Seegers V, Touchette E, Dionne G, Petit D, Seguin JR, Montplaisir J, et al. Short persistent sleep duration is associated with poor receptive vocabulary performance in middle childhood. *J Sleep Res*. 2016;25(3):325–32.

22. Smithson L, Baird T, Tamana SK, Lau A, Mariasine J, Chikuma J, et al. Shorter sleep duration is associated with reduced cognitive development at two years of age. *Sleep Med.* 2018;48:131–9.
23. Touchette E, Petit D, Séguin JR, Boivin M, Tremblay RE, Montplaisir JY. Associations between sleep duration patterns and behavioral/cognitive functioning at school entry. *Sleep.* 2007;30(9):1213–9.
24. Van Oostrom SH, Nooyens ACJ, van Boxtel MPJ, Verschuren WMM. Long sleep duration is associated with lower cognitive function among middle-age adults – the Doetinchem Cohort Study. *Sleep Med.* 2018;41:78–85.
25. Keage HAD, Banks S, Yang KL, Morgan K, Brayne C, Matthews FE. What sleep characteristics predict cognitive decline in the elderly? *Sleep Med.* 2012;13(7):886–92.
26. Potvin O; Lorrain D; Forget H; Dubé M; Grenier S; Prévile M; Hudon C. Sleep quality and 1-year incident cognitive impairment in community-dwelling older adults. *Sleep.* 2012;35(4):491-499.
27. Cho M, Quach J, Anderson P, Mensah F, Wake M, Roberts G. Poor sleep and lower working memory in grade 1 children: Cross-sectional, population-based study. *Acad Pediatr.* 2015;15(1):111–6.
28. Gildner TE, Liebert MA, Kowal P, Chatterji S, Snodgrass JJ. Associations between sleep duration, sleep quality, and cognitive test performance among older adults from six middle income countries: Results from the study on global ageing and adult health (SAGE). *J Clin Sleep Med.* 2014;10(6):613–21.
29. Kocavska D, Rijlaarsdam J, Ghassabian A, Jaddoe VW, Franco OH, Verhulst FC, et al. Early childhood sleep patterns and cognitive development at age 6 years: The generation R study. *J Pediatr Psychol.* 2017;42(3):260–8.

30. Kronholm E, Sallinen M, Suutama T, Sulkava R, Era P, Partonen T. Self-reported sleep duration and cognitive functioning in the general population. *J Sleep Res.* 2009;18(4):436–46.
31. Loerbroks A, Debling D, Amelang M, Stürmer T. Nocturnal sleep duration and cognitive impairment in a population-based study of older adults. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2010;25(1):100–9.
32. Ortega F, Ruiz J, Castillo R, Chillón P, Labayen I, Martínez-Gómez D, et al. Sleep duration and cognitive performance in adolescence. the AVENA study. *Acta Paediatr.* 2010;99(3):454-456
33. Lewin DS, Wang G, Chen YI, Skora E, Hoehn J, Baylor A, et al. Variable School Start Times and Middle School Student’s Sleep Health and Academic Performance. *J Adolesc Heal.* 2017;61(2):205–11.
34. Li S, Arguelles L, Jiang F, Chen W, Jin X, Yan C, et al. Sleep, School Performance, and a School-Based Intervention among School-Aged Children: A Sleep Series Study in China. *PLoS One.* 2013;8(7).
35. Perkinson-Gloor N, Lemola S, Grob A. Sleep duration, positive attitude toward life, and academic achievement: The role of daytime tiredness, behavioral persistence, and school start times. *J Adolesc.* 2013;36(2):311–8.
36. Stea TH, Knutsen T, Torstveit MK. Association between short time in bed, health-risk behaviors and poor academic achievement among Norwegian adolescents. *Sleep Med.* 2014;15(6):666–71.
37. Stroebele N, McNally J, Plog A, Siegfried S, Hill JO. The Association of Self-Reported Sleep, Weight Status, and Academic Performance in Fifth-Grade Students. *J Sch Health.* 2013;83(2):77–84.

38. Roberts RE, Roberts CR, Duong HT. Sleepless in adolescence: prospective data on sleep deprivation, health and functioning. *J Adolesc.* 2009;32(5):1045-1057.
39. Asarnow. The Effects of Bedtime and Sleep Duration on Academic and Emotional Outcomes in a Nationally Representative Sample of Adolescents. *J Adolesc Heal.* 2014;54(3):350–6.
40. Burns RD, Fu Y, Brusseau TA, Clements-Nolle K, Yang W. Relationships among physical activity, sleep duration, diet, and academic achievement in a sample of adolescents. *Prev Med Reports.* 2018;12(August):71–4.
41. Faught EL(a), Ekwaru JP, Gleddie D, Storey KE, Asbridge M, Veugelers PJ. The combined impact of diet, physical activity, sleep and screen time on academic achievement: A prospective study of elementary school students in Nova Scotia, Canada. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2017;14(1):1–13.
42. Faught EL(b), Gleddie D, Storey KE, Davison CM, Veugelers PJ. Healthy lifestyle behaviours are positively and independently associated with academic achievement: An analysis of self-reported data from a nationally representative sample of Canadian early adolescents. *PLoS One.* 2017;12(7):1–14.
43. Hysing M, Haugland S, Bøe T, Stormark KM, Sivertsen B. Sleep and school attendance in adolescence: Results from a large population-based study. *Scand J Public Health.* 2015;43(1):2–9.
44. Hysing M, Harvey AG, Linton SJ, Askeland KG, Sivertsen B. Sleep and academic performance in later adolescence: Results from a large population-based study. *J Sleep Res.* 2016;25(3):318–24.
45. Gildner TE, Salinas-Rodríguez A, Manrique-Espinoza B, Moreno-Tamayo K, Kowal P. Does poor sleep impair cognition during aging? Longitudinal associations

between changes in sleep duration and cognitive performance among older Mexican adults. *Arch Gerontol Geriatr.* 2019;83(November 2018):161–8.

46. Chaput J, Gray CE, Poitras VJ, Carson V, Gruber R, Olds T, et al. Sleep and Health Indicators in School-Aged Children and Youth. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016;41(June):S266–82.

47. Lo J, Groeger J, Al CG et. Self-reported sleep duration and cognitive performance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J of Geriatric Psychiatry.* 2016;17:87–98.

48. Curcio G, Ferrara M, De Gennaro L. Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Med Rev.* 2006;10(5):323–37.

49. Barazzetta M, Ghislandi S. Family income and material deprivation: Do they matter for sleep quality and quantity in early life? Evidence from a longitudinal study. *Sleep.* 2017;40(3).

50. Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *Lancet.* 2008;371(9609):340–57.

51. Kim J. The human capital gap: getting governments to invest in people [Internet]. *Foreign Aff.* 2018. p. 98–102. Available from: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2018-06-14/human-capital-gap>

Supplementary material

Supplementary Table S1. Combination of terms in databases.

Database	Terms
PubMed, Psycinfo, Socindex	((((((((((("inadequate sleep") OR "insufficient sleep") OR "sleep deprivation") OR "sleep loss") OR "sleep duration") OR "sleep length") OR "sleep time"))))) AND (((((((((((social*) OR socioeconomic) OR income) OR "school dropout") OR achievement) OR "academic performance") OR "student performance") OR "education attainment") OR "cognitive skills") OR learning) OR schooling) OR "test scores") OR "iq test") OR "human capital") OR intelligence)
Psycinfo	((((((((((("inadequate sleep") OR "insufficient sleep") OR "sleep deprivation") OR "sleep loss") OR "sleep duration") OR "sleep length") OR "sleep time"))))) AND (((((((((((height) OR "linear growth") OR social*) OR socioeconomic) OR income) OR "school dropout") OR achievement) OR "academic performance") OR "student performance") OR "education attainment") OR "cognitive skills") OR learning) OR schooling) OR "test scores") OR "iq test") OR "human capital") OR intelligence)
Scopus*	(((TITLE-ABS-KEY ("inadequate sleep" OR "insufficient sleep" OR "sleep deprivation" OR "sleep loss" OR "sleep duration" OR "sleep length" OR "sleep time"))) AND (TITLE-ABS-KEY (social* OR socioeconomic OR income OR "school dropout" OR achievement OR "academic performance" OR "student performance" OR "education attainment" OR "cognitive skills" OR learning OR schooling OR "test scores" OR "iq test" OR intelligence OR "human capital")))
Wos	ALL= (((((((((((("inadequate sleep") OR "insufficient sleep") OR "sleep deprivation") OR "sleep loss") OR "sleep duration") OR "sleep length") OR "sleep time"))))) AND (((((((((((social*) OR socioeconomic) OR income) OR "school dropout") OR achievement) OR "academic performance") OR "student performance") OR "education attainment") OR "cognitive skills") OR learning) OR schooling) OR "test scores") OR "iq test") OR "human capital") OR intelligence))

*limited to title and abstract

Supplementary Table S2. Quality of articles included in the review

Author, year	Internal validity			Study design	Adjustments				Scores		
	Adequate sampling	Adequate response rates	Adequate sample size		Sex and age	Socioeconomic	Mental Health	Other relevant variables*	Total	Internal validity	Adjustments
Touchette, 2007	1	-	1	3	0	1	1	1	8	2	3
Faubel, 2009	1	0	1	1	1	1	1	1	7	3	4
Kronholm, 2009	1	0	1	1	1	1	1	1	7	2	4
Roberts, 2009	1	-	1	3	1	1	0	1	8	2	3
Loerbroks, 2010	1	-	1	3	1	1	1	1	9	2	4
Ortega, 2010	1	-	1	1	1	1	0	1	6	2	3
Li, 2013	1	-	1	3	1	1	0	1	8	2	3
Keage, 2012	1	0	1	3	1	1	0	1	8	2	3
Potvin, 2012	1	0	1	3	1	1	1	1	9	2	4
Perkinson, 2013	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	0
Stroebele, 2014	1	-	1	1	0	0	0	0	3	2	0
Asarnow, 2014	1	-	1	3	0	0	0	0	5	2	0
Gildner, 2014	1	-	1	1	0	1	0	0	4	2	1
Hysing, 2014	1	0	1	1	1	1	1	0	6	2	3
Seo, 2014	1	0	1	1	1	1	1	1	7	3	4
Stea, 2014	1	0	1	1	1	1	0	0	5	3	2
Cho, 2015	1	0	1	1	1	1	0	0	5	2	2
Luik, 2015	1	0	1	1	1	1	1	1	7	2	4
Titova, 2015	1	0	1	1	1	1	0	1	6	2	3
Hysing, 2016	1	0	1	1	1	1	0	0	5	2	2
Kocevska, 2016	1	-	1	3	1	1	0	1	8	2	3
Ramos (a), 2016	1	-	1	3	0	1	0	0	6	2	1
Ramos (b), 2016	1	-	1	1	1	1	1	1	7	2	4
Seegers, 2016	1	-	1	3	1	1	0	1	8	2	3
Faught (a), 2017	1	0	1	1	0	1	0	0	4	2	1
Faught (b), 2017	1	1	1	1	1	1	0	1	7	3	3
Lewin, 2017	1	-	1	1	0	0	0	0	3	2	0

Blunden, 2018	1	-	1	3	0	0	0	0	5	2	0
Burns, 2018	1	0	1	1	1	0	0	1	5	3	2
Smithson, 2018	1	1	1	3	0	1	0	0	7	3	1
Van Oostrom, 2018	1	0	1	3	1	1	1	1	9	2	4

(-)information not presented

*BMI, smoking, alcohol consumption, breastfeeding, medication use, physical activity, pubertal status

ARTIGO ORIGINAL 2

A ser submetido à revista “Journal of Sleep Research”

Associations between sleep duration trajectories from adolescence to early adulthood and working memory, schooling and income: a prospective birth cohort study from Brazil

Sleep duration and human capital characteristics

Adriana Kramer Fiala Machado¹, Andrea Wendt¹, Ana Maria Baptista Menezes¹,
Helen Gonçalves¹, Fernando César Wehrmeister¹

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

Corresponding author: Adriana Kramer Fiala Machado

Email address: drikramer@hotmail.com

Institutional address: Marechal Deodoro, 1160 - 3rd floor. Centro - Pelotas, RS. Zip code: 96020-220

Phone/fax +55 (53) 3284 – 1300.

Number of words: 3.590

Number of references: 41

Declaration of interest

All authors declare that they have no conflict of interest

Author Contributions

AKFM, AW and FCW were involved in the conception and design of the study. AKFM and AW analyzed the data. AKFM drafted the original version of the article. All authors contributed to writing and have reviewed and approved the final version of this manuscript.

Abstract

This study aimed to evaluate the relationship between sleep duration trajectories from adolescence to early adulthood and working memory, schooling years and individual income at 22 years in the Pelotas (Brazil) 1993 Birth Cohort. Sleep duration, in hours per day (from Monday to Friday), was self-reported by participants at ages 11, 18 and 22 years and trajectories were obtained. Schooling was recorded as the number of completed years of formal education. Working memory was evaluated using The Digit Span test and individual income was recorded for those who reported have a job and that received a payment for this in the previous month. All analyses were stratified by sex. We used crude and adjusted linear or quantile regression analyses (depending on outcome distribution). We adjusted it for socioeconomic, demographic, health and behavior characteristics measured at perinatal and 11-year follow-up. A total of 2,915 individuals were included in analysis. Males and females from trajectories with longer sleep durations scored, on average, 1.6 and 1.8 points lower, respectively, in working memory test. They presented a median of 1.6 and 2.6 fewer years of study, respectively, when compared to individuals from the “fast reduction and maintenance” trajectory, who presented the better results. Regarding income, no significant association was observed. Sleep duration trajectories during adolescence could affect cognitive and educational outcomes in early adulthood in medium size city in Brazil. Individuals who presented the expected sleep trajectory (decrease of sleep duration across adolescence followed by a stabilization in early adulthood) presented better outcomes.

1. Introduction

Adequate sleep duration is critical for optimal daytime functioning, including cognitive abilities, mental wellbeing, and physical health (Sun, Ling, Zhu, Lee, & Li, 2019). Memory consolidation and learning, which are essential for success at school and at work, are processes developed during sleep (Huber, Ghilardi, Massimini, & Tononi, 2004).

Sleep is not a stable phenomenon during adolescence, once sleep behavior and circadian rhythms undergo marked changes (Tarokh, Saletin, & Carskadon, 2016). In this life period, delayed bedtime is typical, while wake-up time remains constant, impacting sleep duration (Gradisar, Gardner, & Dohnt, 2011). Moreover, the pre-frontal cortex, which is involved in selective attention, cognitive and emotional control, is in continuous changes until the second decade of life, highlighting sleep habits in adolescence as a vital issue for cognitive development and emotion regulation (Galván, 2020; Urrila et al., 2017).

The literature has shown the relationship between sleep characteristics and academic/cognitive outcomes. Two systematic reviews evaluating the relationship between sleep duration and health indicators in children and adolescents concluded that shorter sleep duration is associated with poor academic achievement and cognitive functioning (Chaput et al., 2016; Short et al., 2018). A Chinese study observed that those who presented frequent daytime sleepiness showed an odds of 1.14 (CI95% 1.01–1.28) times greater of impaired attention, learning motivation and academic achievement than children who did not have or rarely had daytime sleepiness (Li et al., 2013). A study performed in Sweden with adolescents showed that boys and girls who reported short sleep duration were, respectively, 4.1 (95%CI: 2.82; 6.08) and 5.0 (95%CI: 3.50; 7.22) more likely to fail at least one subject at school, compared to those who slept at least 7–

8 h (Titova et al., 2015). In the United States (US), a study showed a reverse J-shaped association between sleep duration and academic performance. Those with short or long sleep duration presented the worst grades (Hysing, Harvey, Linton, Askeland, & Sivertsen, 2016). In addition, poor school outcomes could decrease individuals' motivation to go to university or lead to drop-out, reflecting on occupational activities with lower payment rates, longer working hours and physical strain, resulting in poor general health (Assari & Bazargan, 2019; Fortin, Marcotte, Diallo, Potvin, & Royer, 2013; Psacharopoulos & Patrinos, 2018).

Thus, there is an increasing interest in this theme since sleep may be a modifiable behavior given the relevance of sleep on adolescents' cognition learning, and emotional regulation skills (Crowley, Acebo, & Carskadon, 2007). However, most studies come from high-income countries and present cross-sectional designs. Furthermore, the majority presents a short follow-up period across the life course among those with longitudinal design. This study aimed to evaluate the relationship between sleep duration trajectories from adolescence to early adulthood and working memory, schooling and individual income at 22 years in a birth cohort study in Brazil.

2. Methods

2.1 Participants

We used data from the 1993 Pelotas Birth Cohort study, a longitudinal prospective study which included all live births from mothers who gave birth from January 1st to December 31st, 1993, and lived in the urban area of Pelotas. From the 5,265 eligible mother-baby pairs, 5,249 agreed to participate. Further information regarding the methodology used in

this cohort study is described elsewhere (Gonçalves et al., 2018; Victora et al., 2006). The present study focused on information collected from follow-ups at 11, 18 and 22-year when all participants were invited for evaluation. The follow-up rates during these visits were 87.5%, 81.4%, and 76.3%, respectively. This study included only cohort members with complete data for all variables assessed during all ages. For sleep duration, after visual inspection of data, we excluded those with fewer than two and more than 15 hours of sleep (approximately ± 4 standard deviations of the mean) as we considered these as implausible values (n=14).

2.2 Outcomes

Schooling years, working memory, and individual income were assessed at a mean age of 22.6 years. Schooling years were recorded as the number of completed formal education years and analyzed continuously. Working memory was evaluated using The Digit Span test, a subtest of the Wechsler's Intelligence Scales for Adults (WAIS-III). The participant listens while the test administrator reads a series of digits aloud; the first set starts with only two digits. If the participant accurately reproduces at least a one-digit list, the set size increases by one digit. The test finishes when the participant fails to reproduce both digit lists in a set. We evaluated the forward (e.g., 4-2-6 repeated as 4-2-6) and backward span (e.g., 4-2-6 repeated as 6-2-4). The forward and backward spans are scored separately, varying from zero to 16 and from zero to 14, respectively, and analyzed continuously. To evaluate individual income, we included only individuals who reported having a job and received payment for this in the previous month. Income information was gathered in Brazilian Reais and analyzed continuously.

2.3 Exposure

We defined sleep duration as the number of sleep hours on weekdays at 11, 18, and 22 years. Questions were the same in the three follow-ups: “*What time do you usually go to sleep on a weekday?*” and “*What time do you usually wake up on a weekday?*”. Sleep duration was calculated using the time difference between the two answers and evaluated as a continuous variable.

Sleep duration trajectories from 11, 18, and 22 years were identified using a semiparametric, group-based modeling approach, a specialized form of finite mixture modeling, designed to identify rather than assume groups or clusters of individuals following similar developmental trajectories (Nagin & Tremblay, 2005). A polynomial function was used to model the relationship between total sleep duration and age. The models were estimated using the routine “traj” in Stata 16.1 software. A censored normal (cnorm) model was used to fit the data. The choice of number and shape of trajectories, for each sex, was based on the Bayesian information criterion (BIC) and on the interpretability of the trajectories (Nagin & Tremblay, 2005). Additionally, the selection of appropriate models was guided by posterior probability scores for each trajectory group and an average probability score higher than 0.70 was required for all groups (Nagin, 2005). Sleep duration trajectory groups have already been defined and published (Machado et al, 2020). For men, three groups were defined as increase and maintenance, fast reduction and constant reduction. Among women, these groups were: increase and decrease, fast reduction and constant reduction (Figure 1).

[Figure 1 near here]

2.4 Confounding variables

The confounding variables measured in the perinatal study were: monthly family income (minimum wages), maternal age (years), maternal skin color (white, black, or other),

maternal and paternal education (in completed years of formal education), maternal smoking during pregnancy (no; yes), birthweight in grams (from calibrated pediatric scales) and prematurity (<37 gestational weeks; $\geq$ 37 gestational weeks). We also included the following confounding variables measured at 11-year follow-up: monthly family income (in Brazilian Reais), physical activity (minutes spent in moderate or vigorous physical activity per week), screen time (hours per day), alcohol and smoke experimentation (no; yes), common mental disorders (total score of the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ), parent report), average BMI (Kg/m²), height-for-age (z score), school failure (no; yes) and school shift (morning; afternoon).

We also conducted a complementary analysis, presented as supplementary material, which was adjusted for all the variables mentioned above and also for child development at 12-month follow-up using the Denver II (total score), duration of predominant breastfeeding (months), and height-for-age (score z), both assessed at the 4-year follow-up. These follow-ups were subsamples, which included all low-birth-weight children and a random 20% sample of the remaining children, totaling 1460 children. Follow-up rates for this subsample were 93.4% and 87.2%, respectively (Victora et al., 2006).

2.5 Analysis

All the analyses were stratified by sex and performed in the software Stata version 16.1. Crude, and adjusted linear regression models were performed to evaluate the relationship between sleep trajectories and working memory. Additionally, we used ‘margins’ post estimation command to express the results as means and their 95% confidence intervals (95%CI). Regarding schooling years and individual income, due to asymmetry in data,

crude and adjusted quantile regression models were used with results expressed as medians and 95%CI, according to sleep duration trajectories.

The results showing the analysis adjusted for 12-month and 4-year follow-ups are also presented as supplementary material. These follow-ups were performed in a subsample with low birthweight over-representing these individuals, so statistical weights were included in these regression analyses.

2.6 Ethics

We obtained ethical approval for all phases from the Medical School Ethics Committee of the Federal University of Pelotas. Full informed consent was provided by cohort members or by their parents if the subject was younger than 18 years. The 18 and 22 follow-ups have protocols numbers 05/11 and 1.250.366, respectively.

3. Results

A total of 2,915 individuals with completed data were included in the analysis (53.7% females). Those excluded from the analysis due to missing data or losses of follow-up were more likely to be males, to belonged to the poorest families and to have younger and less schooled mothers (Table S1).

Table S2 shows the description of the sample according to confounding variables and outcomes for each sex and for total sample. At 11 years, 53.2% of boys were physically active, while among girls this prevalence was lower (35.3%). At this same age, boys presented higher score for common mental disorders than girls (mean score 13.1 vs. 12.5, respectively), higher prevalence of school failure (39% vs. 28.2%, respectively), and higher screen time (mean of 4.6 and 4.2 hours per day in boys and girls, respectively).

At 22 years, males presented slighter score in digit span test than girls (forward: mean score of 7.9 and 7.6, respectively, and backward: mean score 5.02 and 4.88, respectively). Moreover, at 22 years 1,039 men and 824 women reported to have a job and that received a payment for this in the previous month. The individual income was significantly higher among males (median 1300 Reais) than among females (median 970 Reais).

The mean score of forward digit span was similar among all sleep trajectories (Figure 2). Regarding backward digit span (Figure 3), after adjustments, men from trajectory “increase and maintenance” and women from “increase and decrease” showed the lowest scores, on average, 4.3 (95%CI: 3.8; 4.9) and 4.2 (95%CI: 3.7; 4.8), respectively. On the other hand, participants from trajectories “fast reduction” and “maintenance and constant reduction” presented the highest scores (about 5 points).

[Figure 2 and Figure 3 near here]

Figure 4 shows the crude and adjusted mean (95%CI) of schooling years according to sleep trajectories. After adjustments, males from “increase and maintenance” trajectory and females from “increase and decrease” presented lower schooling years, a median of 8.6 (95%CI: 8.1; 9.2) and 9.0 (95%CI: 8.3; 9.7) years, respectively. While participants from trajectories “fast reduction and maintenance” and “constant reduction” the median of schooling years was higher (more than 9 years in males and more than 10 years in females) (Figure 4). Regarding individual income, the median did not differ according to sleep trajectories (Figure 5).

[Figure 4 and Figure 5 near here]

In supplementary material (Table S3), are shown the association between sleep trajectories and outcomes after adjustments for subsample variables (child development

at 12 months, height-for-age z score and duration of predominant breastfeeding at 4 years). Sleep trajectories remained significant associated with backward digit span (in males and in females) and with schooling years (in females).

4. Discussion

In this population-based cohort study, in general, we found associations of longer sleep trajectories with worse working memory and lower educational level. Males from the trajectory “increase and maintenance” and females from “increase and decrease” presented slightly lower scores in backward digit span test. They also presented a median of 1.2 and 1.7 fewer years of study, respectively, compared to individuals from the trajectory “fast reduction and maintenance”. We did not observe any significant association regarding forward digit span and income.

Sleep duration decreases across adolescence due to biological and psychosocial changes. Biologically, adolescents experience a sleep phase delay, in which alterations in the circadian and homeostatic system alter the body’s internal clock, including later release of melatonin in the evening (Crowley et al., 2007). Psychosocially, screen time, academic demands, extracurricular activities, and socializing may interfere with sleep (Arora, Broglia, Thomas, & Taheri, 2014; Gradisar et al., 2013). A meta-analysis with data from 20 countries showed that sleep duration decreases across adolescence, on average, 14 minutes per year on a school day (Olds, Blunden, Petkov, & Forchino, 2010). Thus, we may consider trajectories with a reduction of sleep duration in early adulthood expected due to the natural aging process.

Sleep problems may impair neural development, emotional regulation, processing speed, and prevent memory consolidation, affecting cognitive functions and academic performance (Dewald, Meijer, Oort, Kerkhof, & Bögels, 2010). In turn, this could

decrease one's ability to accumulate human capital effectively and to maintain high productivity at work (Wang, 2013). Human capital may be defined as a set of knowledge, skills and abilities which individuals acquire across the lifespan. Additionally, human capital may be accumulated when time is spent with activities which improve health, well-being and income, such as courses, medical care, training and/or more years of study (Becker, 1994). Therefore, sleep problems may be associated with lower human capital accumulation.

The literature has shown short sleep duration is consistently associated with worse academic and cognitive performance (Dewald et al., 2010; Titova et al., 2015). In the present study, we observed that those with trajectories characterized by longer sleep duration presented worse outcomes. In a previous publication, we showed that compared to other trajectories, these individuals presented considerably more variation in wake-up times, and woke up later during all follow-ups (Machado et al., 2020). This lack of sleep routines could explain the worse outcomes among these individuals (Hershner, 2020). Moreover, if we consider the National Sleep Foundation cutoff points, these individuals would be classified as having a long sleep duration at 18 and 22 years. Those from other sleep trajectories would be classified as having adequate sleep duration, in all follow-ups (Hirshkowitz et al., 2015). However, this cutoff point is based on high-income countries, and cultural differences make extrapolations difficult. Furthermore, the unexpected long sleep pattern could also result from other health problems which consequently may affect cognitive and academic outcomes (Jike, Itani, Watanabe, Buysse, & Kaneita, 2018).

In our study, we assessed three outcomes: working memory, schooling years, and income. We found a significant association of sleep trajectories for the first two but not for income. Working memory is a system used to store and process information, which is

a cognitive function with limited capacity (Bartel, Offermeier, Smith, & Becker, 2004). It provides temporary storage space and the resources needed to process information, such as voice understanding, reasoning, and learning (Peng et al., 2020). Deficits in working memory have been linked to greater risk to substance use (Squeglia & Cservenka, 2017), depressive symptoms and poor reading performance (Peng et al., 2018). Regarding the relationship between sleep duration and working memory, the following studies used a wide variability of instruments and presented mixed results. Ling et al., in China, observed that insomnia, but not objective short sleep duration, was associated with worse working memory (forward and backward digit span) among adolescents (Ling et al., 2020). An Australian study, evaluating only short sleep duration, found that adolescents with insufficient sleep (<8 hours) performed worse in working memory tests (letter-number sequencing, operation span task, and vocabulary) (Gradisar, Terrill, Johnston, & Douglas, 2008). In the US, sleepiness was associated with decrements in selected executive function scales; regarding sleep duration, no association was observed (Anderson; Storfer-Isser; Taylor; Rosen; Redline, 2009).

Our findings showed the lowest score of backward digit span among individuals from trajectories characterized by longer sleep duration, while for forward digit span no significant differences were observed. Forwards span measures short-term storage, while backwards span reflects storage plus processing demand (e.g., manipulation of information). Some authors have stated that forward digit span is not typically considered a strong correlate of fluid intelligence, but, instead, a test of elementary attention (Hannay, Howieson, Loring, Fischer, & Lezak, 2004; Hebben & Milberg, 2009, Yeo, & Miller, 2005). On the other hand, working memory capacity measured by backward digit span may be considered a moderately strong correlate of fluid intelligence (Gilles, 2015). Furthermore, it is important to highlight that sleeping longer hours does not necessarily

indicate having good sleep quality (Mirghani, Mohammed, Almutadha, & Ahmed, 2015). In this sense, Alves et al., in a Brazilian study, reported a higher frequency of excessive daytime sleepiness in adolescents with both short and long sleep duration (Alves et al., 2020).

About schooling years, higher education may improve health, longevity and has been one of the most common proxies used to measure human capital accumulation (Krueger, Dehry, & Chang, 2019; Ogundari & Awokuse, 2018). A European study showed that for each additional year of education, life-time earnings increase 9%, on average, while in another study in central America, the increase was about 12-14% (Brunello, Weber, & Weiss, 2017; Psacharopoulos & Patrinos, 2018). Sleep duration has been associated with academic outcomes, sleep quality, chronotype, and sleep consistency (Hershner, 2020; Okano, Kaczmarzyk, Dave, Gabrieli, & Grossman, 2019). In a previous metanalysis, sleepiness showed the most robust relationship with poor school performance, followed by sleep quality and sleep duration (Dewald et al., 2010). Those classified into “fast reduction and maintenance” group presented more years of education than individuals from other trajectories in the present study. They showed early and stable wake-up times across all follow-ups. This fact could be an indicator of a morning circadian preference that, according to evidence, is associated with better academic outcomes (Hershner, 2020; Machado et al., 2020).

We did not observe any significant association between sleep trajectories and individual income. The mechanisms of association between sleep and income are in generally reasoned in better cognitive and academic performance leading to occupation with higher earnings. Indeed, we may not rule out the possibility that the lack of association between exposure and outcome is real because sleep is characterized as a very

distal exposure for income. On the other hand, individual income in this age group could be an unreliable indicator. Once most young adults live with their parents, attending college and those who have a full-time job are more likely to belong to families with lower socioeconomic positions. A longer follow-up period is necessary to evaluate this relationship in a longitudinal properly.

Our main analysis includes adjustments for perinatal variables: monthly family income, maternal age, maternal skin color, maternal and paternal education, maternal smoking during pregnancy, birthweight in grams and prematurity, and for 11-year follow-up variables: monthly family income, physical activity, screen time, alcohol and smoke experimentation, common mental disorders, BMI, z score height-for-age, school failure, and school shift. To eliminate the possibility of influence from other relevant confounding variables, we performed a complementary analysis with a sub-sample in which predominant breastfeeding duration, suspect of developmental delay, and z-score height-for-age variables were included in the adjustments. Reduced sample size in this extra analysis may reduce the power of associations (schooling years in males). On the other hand, backward span digit remained associated with sleep trajectories in both sexes reinforcing our findings in the main analysis.

This study has some potential limitations. Sleep duration was self-reported and obtained using questions regarding bedtimes and wake up times. However, these questions been widely used in population-based investigations as more accurate measurements would be too expensive and logistically challenging to implement in studies with a large number of participants (Short et al., 2018). We did not have information about sleep duration during weekends, in which sleep duration could be longer than in weekdays. We did not evaluate other sleep parameters, such as circadian preference, latency, sleep efficiency, sleep disorders, and sleep quality, which could help

to explain our findings. Environmental variables, (e.g., housing conditions and home-sharing), which could be related to sleep duration, were also not assessed. Lastly, losses of follow-up were higher among males, the poorest at perinatal and those with mothers with fewer years of education, which may have decreased the strength of associations. Nevertheless, we performed stratification or adjustments for these variables, which minimized this limitation.

Strengths of our study include the longitudinal design with a large and representative sample, where we could define patterns of sleep duration from early adolescence to early adulthood. We analyzed sleep as trajectories specifically built for our population study, rather than establishing cutoff points. This analysis increased the levels of statistical power, however making the comparability between studies more difficult. We also, compared our results also with studies that evaluated sleep duration and not only sleep trajectories studies. Evaluation of the association between sleep duration and cognitive, education, and income in a middle-income country, where culture and health patterns differ from high-income countries, is also a strength of our study.

5. Conclusion

Our results suggest that sleep duration trajectories during adolescence could affect cognitive and educational outcomes in early adulthood in medium-sized cities in Brazil. Individuals who presented the expected sleep trajectory (decrease of sleep duration across adolescence) showed better outcomes. To confirm our findings, studies assessing sleep trajectories considering individual differences in sleep needs, instead of assuming that there is a universal amount of adequate sleep are necessary. In addition, to properly evaluated if sleep effects individual income, longitudinal studies with long follow-up

periods are required. Furthermore, evaluation of other sleep parameters, such as sleepiness, quality, chronotype, and differences between weekdays and weekends, should be considered by future studies in view of a better understanding of these relationships.

REFERENCES

Alves, F. R., de Souza, E. A., de França Ferreira, L. G., de Oliveira Vilar Neto, J., de Bruin, V. M. S., & de Bruin, P. F. C. (2020). Sleep duration and daytime sleepiness in a large sample of Brazilian high school adolescents. *Sleep Medicine*, 66, 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.08.019>

Arora, T., Broglia, E., Thomas, G. N., & Taheri, S. (2014). Associations between specific technologies and adolescent sleep quantity, sleep quality, and parasomnias. *Sleep Medicine*, 15(2), 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.08.799>

Assari, S., & Bazargan, M. (2019). Unequal associations between educational attainment and occupational stress across racial and ethnic groups. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193539>

Bartel, P., Offermeier, W., Smith, F., & Becker, P. (2004). Attention and working memory in resident anaesthetists after night duty: Group and individual effects. *Occupational and Environmental Medicine*, 61(2), 167–170. <https://doi.org/10.1136/oem.2002.006197>

Basil Anderson; Amy Storfer-Isser; H Gerry Taylor; Carol L Rosen; Susan Redline. (2009). Associations of Executive Function with Sleepiness and Sleep Duration in Adolescents. *Pediatrics*, 123(4). <https://doi.org/10.1542/peds.2008-1182>. Associations

Becker, G. S. (1994). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education. In The University of Chicago Press.

Brunello, G., Weber, G., & Weiss, C. T. (2017). Books are Forever: Early Life Conditions, Education and Lifetime Earnings in Europe. *Economic Journal*, 127(600), 271–296. <https://doi.org/10.1111/ecoj.12307>

Chaput, J., Gray, C. E., Poitras, V. J., Carson, V., Gruber, R., Olds, T., ... Tremblay, M. S. (2016). Sleep and Health Indicators in School-Aged Children and Youth. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*, 41(June), S266–S282.

Crowley, S. J., Acebo, C., & Carskadon, M. A. (2007). Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. *Sleep Medicine*, 8(6), 602–612. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2006.12.002>

Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A., & Bögels, S. M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Medicine Reviews*, 14(3), 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2009.10.004>

Fortin, L., Marcotte, D., Diallo, T., Potvin, P., & Royer, É. (2013). A multidimensional model of school dropout from an 8-year longitudinal study in a general high school population. *European Journal of Psychology of Education*, 28(2), 563–583. <https://doi.org/10.1007/s10212-012-0129-2>

Galván, A. (2020). The Need for Sleep in the Adolescent Brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(1), 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.11.002>

Gonçalves, H., Wehrmeister, F. C., Assunção, M. C. F., Tovo-Rodrigues, L., De Oliveira, I. O., Murray, J., ... Menezes, A. M. B. (2018). Cohort profile update: The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort follow-up at 22 years. *International Journal of Epidemiology*, 47(5), 1389-1390E. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx249>

Gradisar, M., Gardner, G., & Dohnt, H. (2011). Recent worldwide sleep patterns and problems during adolescence: A review and meta-analysis of age, region, and sleep. *Sleep Medicine*, 12(2), 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.11.008>

Gradisar, M., Terrill, G., Johnston, A., & Douglas, P. (2008). Adolescent sleep and working memory performance. *Sleep and Biological Rhythms*, 6(3), 146–154. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2008.00353.x>

Hershner, S. (2020). Sleep and academic performance: measuring the impact of sleep. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 33, 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.11.009>

Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., ... Adams Hillard, P. J. (2015). National sleep foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. *Sleep Health*, 1(1), 40–43. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010>

Huber, R., Ghilardi, M. F., Massimini, M., & Tononi, G. (2004). Local sleep and learning. *Nature*, 430(6995), 78–81. <https://doi.org/10.1038/nature02663>

Hysing, M., Harvey, A. G., Linton, S. J., Askeland, K. G., & Sivertsen, B. (2016). Sleep and academic performance in later adolescence: Results from a large population-based study. *Journal of Sleep Research*, 25(3), 318–324. <https://doi.org/10.1111/jsr.12373>

Jike, M., Itani, O., Watanabe, N., Buysse, D. J., & Kaneita, Y. (2018). Long sleep duration and health outcomes: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Sleep Medicine Reviews*, 39, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2017.06.011>

Krueger, P. M., Dehry, I. A., & Chang, V. W. (2019). The Economic Value of Education for Longer Lives and Reduced Disability. *Milbank Quarterly*, 97(1), 48–73. <https://doi.org/10.1111/1468-0009.12372>

Li, S., Arguelles, L., Jiang, F., Chen, W., Jin, X., Yan, C., ... Shen, X. (2013). Sleep, School Performance, and a School-Based Intervention among School-Aged Children: A Sleep Series Study in China. *PLoS ONE*, 8(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067928>

Ling, J., Sun, W., Chan, N. Y., Zhang, J., Lam, S. P., Li, A. M., ... Li, S. X. (2020). Effects of insomnia symptoms and objective short sleep duration on memory performance in youths. *Journal of Sleep Research*, 29(4), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jsr.13049>

Machado, A. K. F., Wendt, A., Baptista Menezes, A. M., Gonçalves, H., & Wehrmeister, F. C. (2020). Sleep duration trajectories from adolescence to emerging adulthood: Findings from a population-based birth cohort. *Journal of Sleep Research*, (March), 1–13. <https://doi.org/10.1111/jsr.13155>

Maslowsky, J., & Ozer, E. J. (2014). Developmental trends in sleep duration in adolescence and young adulthood: Evidence from a national United States sample. *Journal of Adolescent Health*, 54(6), 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.10.201>

Mirghani, H. O., Mohammed, O. S., Almutadha, Y. M., & Ahmed, M. S. (2015). Good sleep quality is associated with better academic performance among Sudanese medical students *Medical Education*. *BMC Research Notes*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1712-9>

Nagin, D. S. (2005). Group-based modeling of development. In Harvard University Pres. Cambridge, MA (Vol. 43). <https://doi.org/10.5860/choice.43-1258>

Nagin, D. S., & Tremblay, R. E. (2005). What has been learned from group-based trajectory modeling? Examples from physical aggression and other problem behaviors. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 602(November), 82–117. <https://doi.org/10.1177/0002716205280565>

Ogundari, K., & Awokuse, T. (2018). Human capital contribution to economic growth in Sub-Saharan Africa: Does health status matter more than education? *Economic Analysis and Policy*, 58, 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2018.02.001>

Okano, K., Kaczmarzyk, J. R., Dave, N., Gabrieli, J. D. E., & Grossman, J. C. (2019). Sleep quality, duration, and consistency are associated with better academic performance in college students. *Npj Science of Learning*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/s41539-019-0055-z>

Olds, T., Blunden, S., Petkov, J., & Forchino, F. (2010). The relationships between sex, age, geography and time in bed in adolescents: A meta-analysis of data from 23

countries. *Sleep Medicine Reviews*, 14(6), 371–378.
<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.12.002>

Peng, P., Wang, C., Li, S., Dardick, W., Barnes, M., Wang, W., Swanson, H.L., Tao, S. (2018). A Meta-Analysis on the Relation Between Reading and Working Memory. *Psychological Bulletin*, 144 (1), 48–76. <http://dx.doi.org/10.1037/bul0000124>

Peng, Z., Dai, C., Ba, Y., Zhang, L., Shao, Y., & Tian, J. (2020). Effect of Sleep Deprivation on the Working Memory-Related N2-P3 Components of the Event-Related Potential Waveform. *Frontiers in Neuroscience*, 14(May), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00469>

Psacharopoulos, G., & Patrinos, H. A. (2018). Returns to Investment in Education Result in Singapore and other countries. *Economics*, (April), 2. Retrieved from <http://econ.worldbank.org>.

Short, M. A., Blunden, S., Rigney, G., Matricciani, L., Coussens, S., M. Reynolds, C., & Galland, B. (2018). Cognition and objectively measured sleep duration in children: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Health*, 4(3), 292–300. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2018.02.004>

Squeglia, L.M., Cservenka, A. (2017). Adolescence and drug use vulnerability: findings from neuroimaging. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 13, 164–170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.12.005>

Sun, W., Ling, J., Zhu, X., Lee, T. M. C., & Li, S. X. (2019). Associations of weekday-to-weekend sleep differences with academic performance and health-related outcomes in school-age children and youths. *Sleep Medicine Reviews*, 46, 27–53. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2019.04.003>

Tarokh, L., Saletin, J. M., & Carskadon, M. A. (2016). Sleep in adolescence: Physiology, cognition and mental health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 70, 182–188. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.008>

Titova, O. E., Hogenkamp, P. S., Jacobsson, J. A., Feldman, I., Schiöth, H. B., & Benedict, C. (2015). Associations of self-reported sleep disturbance and duration with academic failure in community-dwelling Swedish adolescents: Sleep and academic performance at school. *Sleep Medicine*, 16(1), 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2014.09.004>

Urrila, A. S., Artiges, E., Massicotte, J., Miranda, R., Vulser, H., Bézivin-Frere, P., ... Martinot, J. L. (2017). Sleep habits, academic performance, and the adolescent brain structure. *Scientific Reports*, 7(December 2016), 1–9. <https://doi.org/10.1038/srep41678>

Victora, C. G., Araújo, C. L. P., Menezes, A. M. B., Hallal, P. C., Vieira, M. de F., Neutzling, M. B., ... Barros, F. C. (2006). Methodological aspects of the 1993 Pelotas

(Brazil) birth cohort study. *Revista de Saude Publica*, 40(1), 39–46.
<https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000100008>

Wang, K. (2013). The effect of insomnia on human capital accumulation, educational attainment, and labor market outcome. San Diego. Thesis [Master of in Economics. San Diego State University. 2013

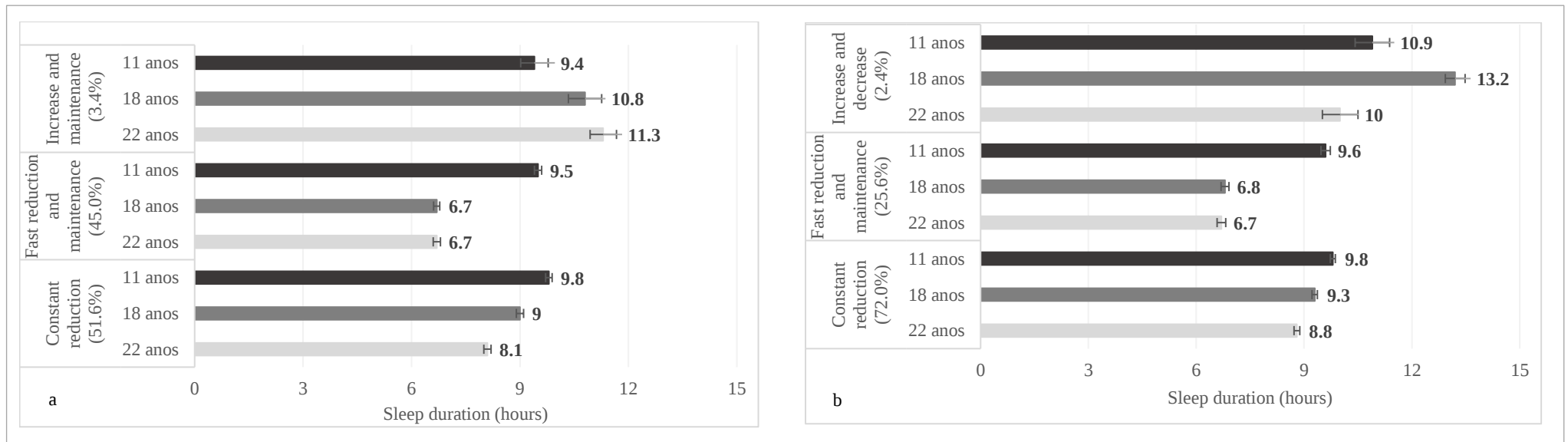


Figure 1. Mean and 95%CI of sleep duration for each sleep trajectory at ages 11, 18 and 22 years, according to sex (a: males and b: females). The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort

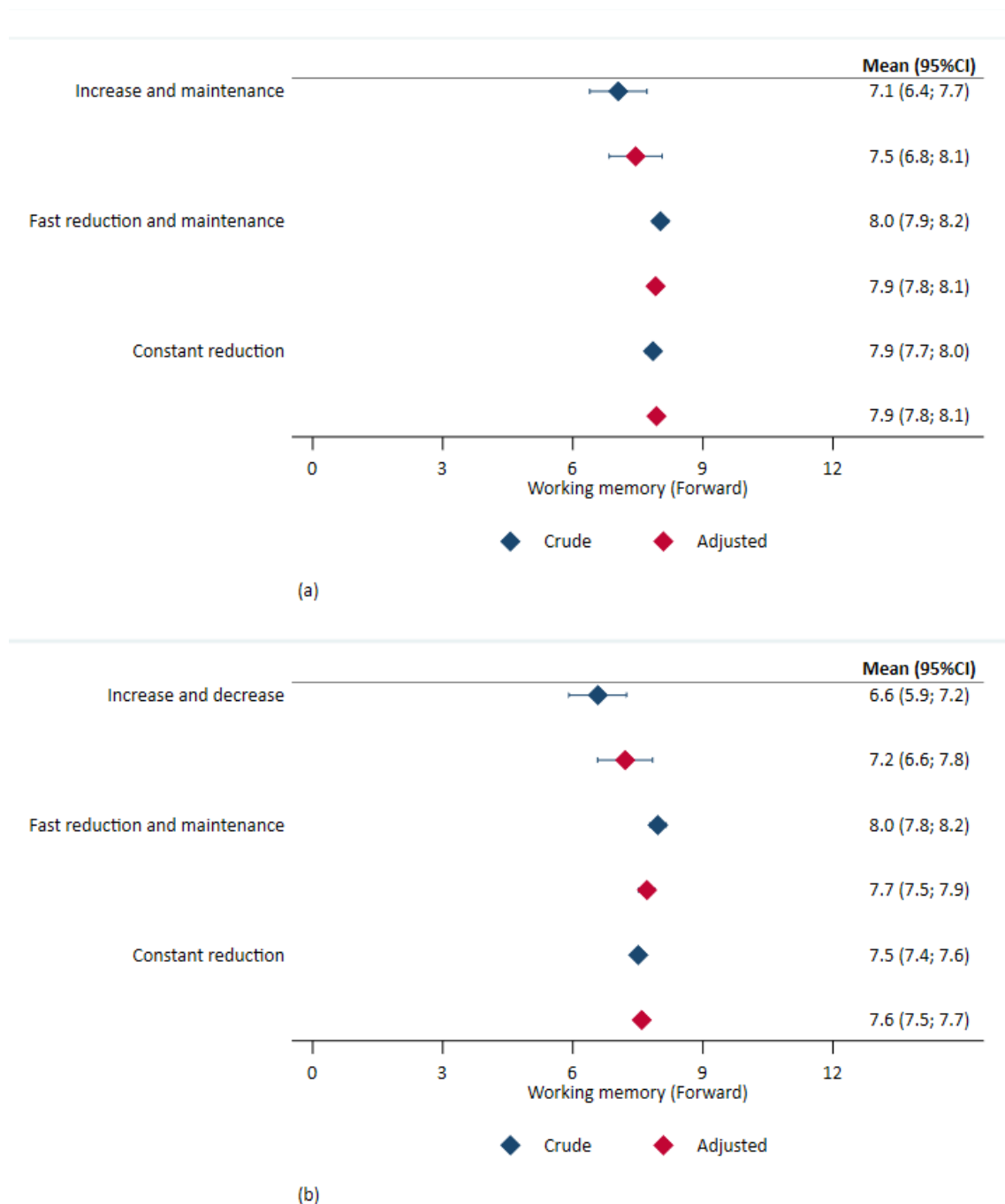


Figure 2. Crude and adjusted mean (CI95%) of working memory (Forward) according to sleep trajectories among males (a) and females (b). The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort.

Analysis adjusted for: perinatal variables (maternal age, maternal education, maternal smoking during pregnancy, paternal education, family income, maternal skin color, birthweight and prematurity) and for 11-year follow-up variables (family income, physical activity, screen time, alcohol and smoke experimentation, common mental disorders, BMI and height-for-age, school failure and school shift)

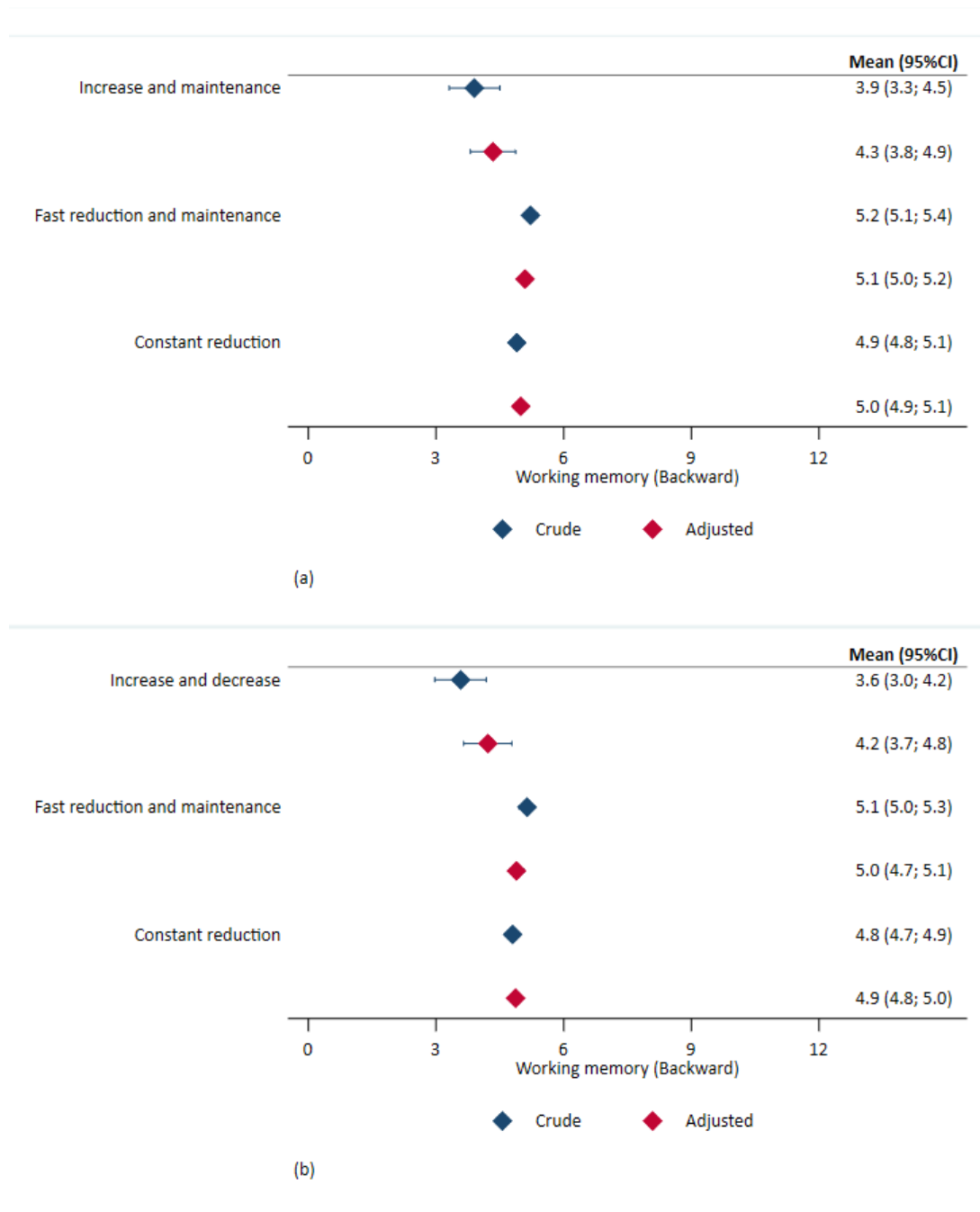


Figure 3. Crude and adjusted mean (CI95%) of working memory (Backward) according to sleep trajectories among males (a) and females (b). The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort.

Analysis adjusted for: perinatal variables (maternal age, maternal education, maternal smoking during pregnancy, paternal education, family income, maternal skin color, birthweight and prematurity) and for 11-year follow-up variables (family income, physical activity, screen time, alcohol and smoke experimentation, common mental disorders, BMI and height-for-age, school failure and school shift)

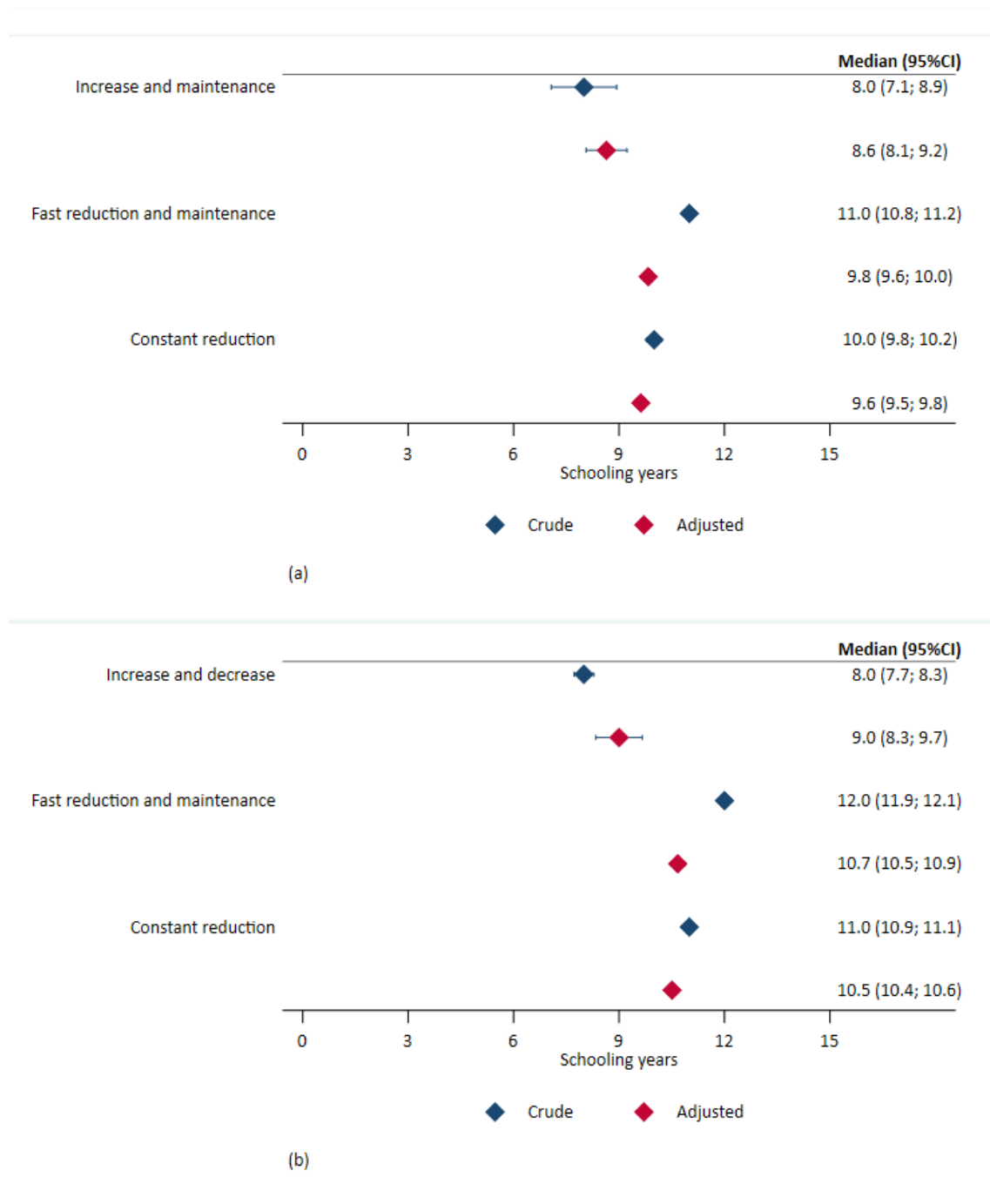


Figure 4. Crude and adjusted median (CI95%) of schooling years according to sleep trajectories among males (a) and females (b). The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort.

Analysis adjusted for: perinatal variables (maternal age, maternal education, maternal smoking during pregnancy, paternal education, family income, maternal skin color, birthweight and prematurity) and for 11-year follow-up variables (family income, physical activity, screen time, alcohol and smoke experimentation, common mental disorders, BMI and height-for-age, school failure and school shift)

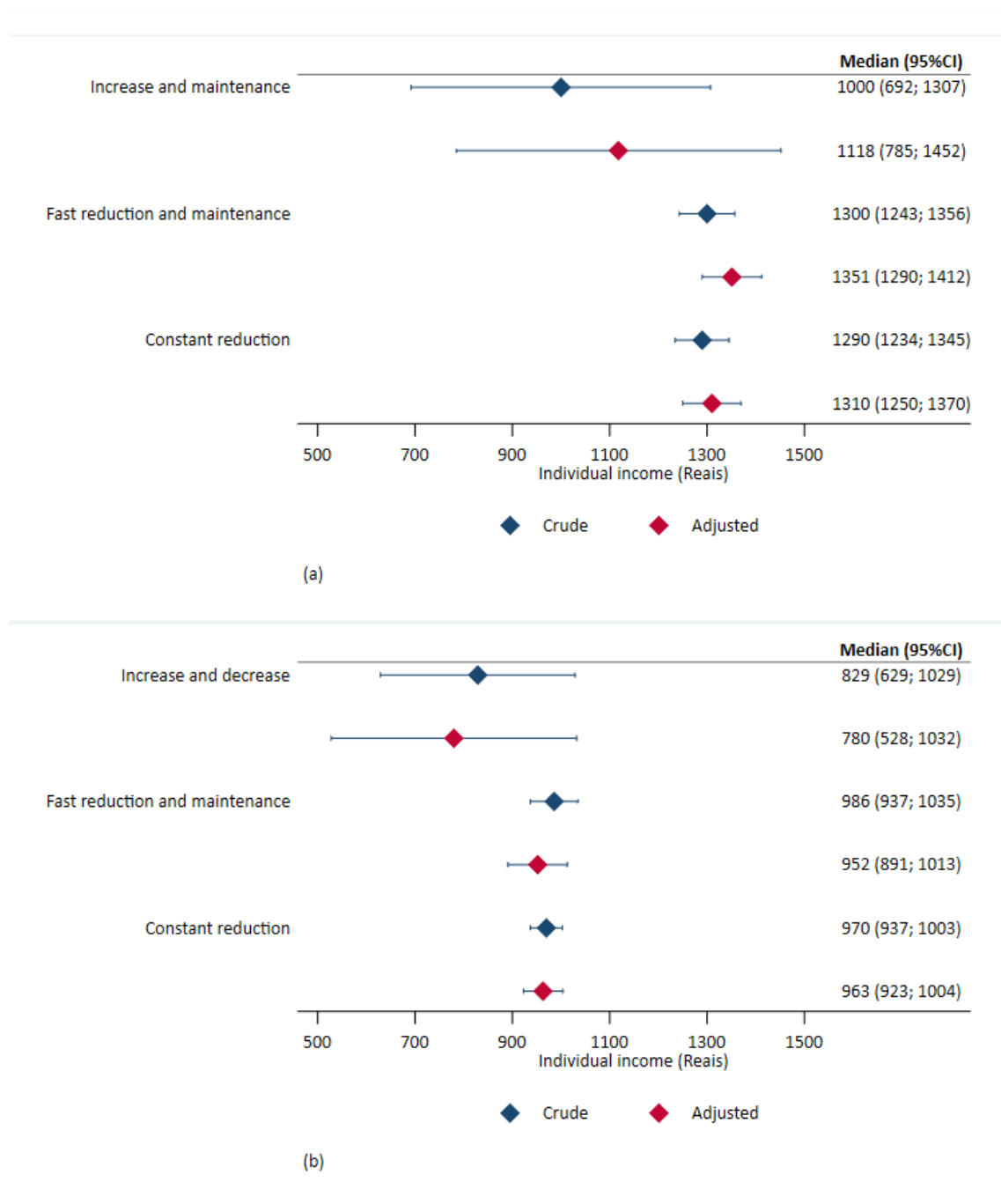


Figure 5. Crude and adjusted median (CI95%) of individual income according to sleep trajectories among males (a) and females (b). The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort.

Analysis adjusted for: perinatal variables (maternal age, maternal education, maternal smoking during pregnancy, paternal education, family income, maternal skin color, birthweight and prematurity) and for 11-year follow-up variables (family income, physical activity, screen time, alcohol and smoke experimentation, common mental disorders, BMI and height-for-age, school failure and school shift)

Supplementary material

Table S1. Distribution of baseline characteristics in the full cohort and in the sample included in the present analyses*

Variables	Included in analysis n= 2,915	Original sample n= 5,249
Sex		
Male	46.7 (44.8; 48.5)	49.6 (48.2; 51.0)
Female	53.7 (51.5; 55.2)	50.4 (49.0; 51.8)
Monthly family income†		
≤1	16.5 (15.2; 17.9)	18.8 (17.8; 19.9)
1.1 – 3	42.1 (40.3; 43.9)	41.8 (40.5; 43.2)
3.1 – 6	25.5 (24.0; 27.1)	23.4 (22.3; 24.6)
6.1 – 10	8.4 (7.4; 9.4)	8.4 (7.7; 9.2)
>10	7.5 (6.6; 8.5)	7.5 (6.8; 8.2)
Maternal age (years)		
<20	16.2 (14.9; 17.6)	17.4 (16.4; 18.5)
20 – 24	27.3 (25.7; 29.0)	27.6 (26.4; 28.8)
25 – 29	26.2 (24.6; 27.8)	25.8 (24.6; 27.0)
30 – 34	19.2 (17.9; 20.7)	18.2 (17.2; 19.3)
≥35	11.1 (10.0; 12.3)	11.0 (10.2; 11.9)
Maternal education (study years)		
0 – 4	25.3 (23.7; 26.9)	28.0 (26.8; 29.2)
5 – 8	47.8 (46.0; 49.6)	46.2 (44.9; 47.6)
9 – 11	18.9 (17.5; 20.4)	17.6 (16.6; 18.7)
≥12	8.0 (7.1; 9.1)	8.2 (7.4; 8.9)
Paternal education (study years)		
0 – 4	24.7 (23.1; 26.3)	25.6 (24.4; 26.8)
5 – 8	49.7 (47.9; 51.6)	48.5 (47.1; 49.9)
9 – 11	18.4 (17.0; 19.8)	18.7 (17.6; 19.8)
≥12	7.2 (6.3; 8.2)	7.3 (6.5; 8.0)
Birthweight (g)		
≥2500	90.9 (89.8; 91.9)	90.2 (89.4; 91.2)
<2500	9.1 (8.1; 10.2)	9.8 (9.0; 10.6)

* Values are percentages (95% CIs).

† Brazilian minimum wage, equivalent to USD 31.4 at the time of enrollment in 1993

Table S2. Sample description according to confounding variables and outcomes. The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort (n = 2,915).

Variables	Total n (%)	Males (n=1,360) n (%)	Females (n=1,555) n (%)	p-value
<i>Variables assessed at the perinatal visit</i>				
Monthly family income*				0.520
1° (poorest)	1,190 (40.8)	570 (41.9)	620 (39.8)	
2°	868 (29.8)	400 (29.4)	468 (30.1)	
3°	857 (29.4)	390 (28.7)	467 (30.0)	
Maternal age (years)				0.489
<20	472 (16.2)	236 (17.4)	236 (15.2)	
20 – 24	796 (27.3)	356 (26.2)	440 (28.3)	
25 – 29	763 (26.2)	362 (26.7)	401 (25.8)	
30 – 34	561 (19.3)	258 (19.0)	303 (19.5)	
≥35	323 (11.1)	148 (10.9)	175 (11.2)	
Maternal education (years)				0.395
0 – 4	736 (25.3)	325 (23.9)	411 (26.4)	
5 – 8	1,393 (47.8)	667 (49.0)	726 (46.7)	
9 – 11	552 (18.9)	254 (18.7)	298 (19.2)	
≥12	234 (8.0)	114 (8.4)	120 (7.7)	
Paternal education (years)				0.928
0 – 4	719 (24.7)	338 (24.8)	381 (24.5)	
5 – 8	1,450 (49.7)	670 (49.3)	780 (50.2)	
9 – 11	536 (18.4)	256 (18.8)	280 (18.0)	
≥12	210 (7.2)	96 (7.1)	114 (7.3)	
Maternal skin color				0.083
White	2,248 (77.1)	1,068 (78.5)	1,224 (75.9)	
Black	542 (18.6)	230 (16.9)	321 (19.9)	
Other	125 (4.3)	62 (4.6)	68 (4.2)	
Maternal smoking during pregnancy	916 (31.4)	411 (30.2)	505 (32.5)	0.191
Prematurity	277 (10.6)	127 (10.4)	150 (10.7)	0.782
Birthweight (g)†	3188 (523.0)†	3256 (525.6)†	3130 (515.2)†	<0.001
<i>Variable assessed at the 12-month follow-up‡</i>				
Suspected developmental delay	299 (32.1)	143 (34.4)	156 (30.0)	0.207
<i>Variables assessed at the 4-year follow-up‡</i>				
Predominant breastfeeding duration (months)§	1.97 (0.66; 3)§	1.97 (0.56; 3)§	2.0 (0.66; 3)§	0.101
Heigh-for-age (z score)				0.003
≤-1	210 (22.2)	96 (24.1)	114 (20.6)	
-0.99 to -0.01	249 (32.3)	98 (26.6)	151 (37.4)	
0.00 to 0.99	234 (32.8)	107 (32.7)	127 (32.9)	
≥1	84 (12.7)	51 (16.7)	33 (9.0)	
<i>Variable assessed at the 11-year follow-up</i>				
Monthly family income in Reais (terciles)				0.841
1° (poorest)	876 (30.1)	406 (29.9)	470 (30.2)	
2°	1,007 (34.6)	465 (34.2)	542 (34.9)	
3°	1,032 (35.4)	489 (36.0)	543 (34.9)	
Alcohol experimentation	492 (16.9)	238 (17.5)	237 (17.4)	0.454
Smoking experimentation	88 (3.0)	44 (3.2)	44 (2.8)	0.523
Physical activity (≥300 minutes per week)	1,269 (43.6)	720 (53.2)	549 (35.3)	<0.001
Common mental disorders (total score)†	12.8 (7.3)†	13.1 (7.3)†	12.5 (7.2)†	0.014
Heigh- for-age (z score)				0.171
≤-1	529 (18.2)	242 (17.8)	287 (18.5)	
-0.99 to -0.01	885 (30.4)	435 (32.0)	450 (28.9)	
0.00 to 0.99	926 (31.8)	434 (31.9)	492 (31.6)	
≥1	575 (19.7)	249 (18.3)	326 (21.0)	
School Failure	968 (33.2)	530 (39.0)	438 (28.2)	<0.001
School shift				0.271
Morning	1,498 (51.4)	714 (52.5)	784 (50.4)	
Afternoon	1,417 (48.6)	646 (47.5)	771 (49.6)	

Screen time (hours per day) [†]	4.39 (2.72) [†]	4.60 (2.90) [†]	4.20 (2.54) [†]	0.001
<i>Variables assessed at the 22-year follow-up</i>				
Working memory				
Forward [†]	7.75 (2.08) [†]	7.90 (2.18) [†]	7.60 (1.98) [†]	<0.001
Backward [†]	4.93 (1.87) [†]	5.02 (1.97) [†]	4.88 (1.78) [†]	0.003
Schooling years [§]	11 (8; 12) [§]	11 (8; 11) [§]	11 (9; 12) [§]	1.00
Individual income (Reais) ^{¶§}	1,127 (870; 1500) [§]	1300 (1000; 1760) [§]	970 (700; 1200) [§]	<0.001

* Brazilian Minimum wage, equivalent to USD 31.4 at the time of enrollment in 1993

[†] Mean (standard deviation)

[§] Median (interquartile range)

[¶]Included only those individuals who were working (n males:1,039; n females:824)

[¥]Subsample (n males=352; n females=425)

Table S3. Working memory, schooling years and individual income, with respect to sleep trajectories in males (n=352) and females (n=425). The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort

Sleep trajectories	Working memory (Forward)		Working memory (Backward)		Schooling years		Individual income†	
	Crude mean (95%CI)	Adjusted mean (95%CI)*	Crude mean (95%CI)	Adjusted mean (95%CI)*	Crude median (95%CI)	Adjusted median (95%CI)*	Crude median (95%CI)	Adjusted median (95%CI)*
<i>Males</i>								
IM	7.2 (6.0; 8.4)	7.4 (6.7; 8.1)	3.9 (2.8; 5.0)	4.0 (3.2; 4.8)	8.0 (5.5; 10.5)	9.5 (9.1; 10.0)	1140 (497; 1783)	1037 (-624; 2698)
FRM	8.0 (7.7; 8.3)	7.9 (7.63; 8.3)	5.1 (4.8; 5.4)	5.0 (4.7; 5.3)	11.0 (10.3; 11.7)	9.8 (9.4; 10.1)	1300 (1187; 1413)	1374 (1249; 1499)
CR	7.8 (7.4; 8.1)	7.9 (7.6; 8.3)	5.0 (4.7; 5.4)	5.3 (5.0; 5.6)	10 (9.3; 10.7)	9.5 (9.2; 9.7)	1200 (1083; 1317)	1282 (1162; 1403)
<i>Females</i>								
ID	7.4 (6.3; 8.6)	8.5 (7.2; 9.8)	3.3 (2.2; 4.3)	4.0 (3.1; 4.9)	8.0 (7.7; 8.3)	7.6 (6.9; 8.2)	875 (581; 1169)	711 (342; 1080)
FRM	8.1 (7.7; 8.5)	8.0 (7.5; 8.4)	5.3 (4.9; 5.7)	5.1 (4.8; 5.5)	12.0 (11.9; 12.1)	10.6 (10.3; 11.0)	1000 (901; 1099)	937 (776; 1098)
CR	7.4 (7.2; 7.6)	7.6 (7.4; 7.8)	4.8 (4.6; 5.0)	5.0 (4.8; 5.2)	11.0 (10.9; 11.1)	10.7 (10.4; 10.9)	950 (892; 1008)	975 (893; 1058)

IM: increase and maintenance; ID: increase and decrease; FRM: fast reduction and maintenance; CR: constant reduction;

†only individuals who are working (n males=254; n females=215)

*Adjusted for perinatal variables: maternal age, maternal education, maternal smoking during pregnancy, paternal education, family income, maternal skin color, birth weight, prematurity; for 12 months variables: Denver II; for 4 years variables: Height-for-age, exclusive breastfeeding in months and for 11-year follow-up variables: family income, physical activity, alcohol and smoke experimentation, common mental disorders, BMI and screen time, school failure and school shift.

NOTA À IMPRENSA

O sono desempenha funções essenciais no nosso organismo, estando entre elas a consolidação da memória e da aprendizagem. Estudos científicos têm mostrado que a curta duração do sono pode resultar em piores desfechos cognitivos e escolares, porém esses dados vêm de países ricos e podem não refletir a realidade de um país misto como o Brasil. Nesse sentido, um estudo realizado pelo Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas avaliou os padrões de duração do sono entre a adolescência e o início da vida adulta e sua relação com anos de estudo, memória e renda aos 22 anos, utilizando dados da Coorte de Nascimentos de 1993. O estudo fez parte da tese da doutoranda Adriana Kramer Fiala Machado, orientada pelo Prof. Dr. Fernando C. Wehrmeister e coorientada pela Dra. Andrea Wendt.

A pesquisa mostrou que a partir dos 18 anos os indivíduos dormiam mais tarde, enquanto o horário de acordar se manteve semelhante ao longo dos anos. Aos 11 anos, os membros da coorte dormiam cerca de 9,5 horas. Esse tempo foi diferente ao passar dos anos: nas mulheres foi de 8,5 aos 18 anos e 8,0 horas aos 22 anos e nos homens foi um pouco menor 8,0 aos 18 anos e 7,5 horas aos 22 anos. Os indivíduos foram divididos em três grupos de acordo com a duração do sono ao longo dos anos. Os grupos para os homens foram: aumento da duração do sono dos 11 aos 18 anos se mantendo estável até 22 anos (3,4%); diminuição da duração do sono entre os 11 e os 18 se mantendo estável até os 22 anos (45,0%); redução da duração do sono ao longo dos anos (51,6%). Já para as mulheres os grupos foram: aumento da duração do sono entre os 11 e 18 anos e diminuição entre os 18 e 22 anos (2,4%); redução da duração do sono entre os 11 e os 18 anos se mantendo estável até os 22 anos (25,6%); redução da duração do sono ao longo dos anos (72,0%).

Os pesquisadores ainda buscaram avaliar como esses grupos de tempo de sono refletiram no capital humano no início da vida adulta. O capital humano foi medido através de anos completos de educação formal, renda e teste de função executiva (memória). Como resultados, pôde-se observar que os indivíduos que pertenciam ao grupo com maior duração do sono apresentaram menos anos de estudo e tiveram pior desempenho no teste de memória, enquanto aqueles que apresentaram um padrão considerado esperado (diminuição da duração do sono no decorrer da adolescência) apresentaram melhores resultados.

“O sono deve ser entendido como fundamental no desenvolvimento cognitivo, especialmente em períodos críticos do desenvolvimento, como infância e adolescência. Desta forma, pode contribuir, conjuntamente com outros fatores, para que estes indivíduos atinjam o seu máximo potencial cognitivo e de desenvolvimento humano”, relata a autora.