

Privação crônica do sono e desempenho escolar-acadêmico: uma revisão sistemática

Chronic sleep deprivation and school-academic performance: a systematic review

La privación crónica del sueño y el rendimiento escolar y académico: una revisión sistemática

Júlia Pessanha Barros¹, Carlos Eduardo Batista de Sousa²

1.Licenciatura em Física. Mestre em Ciências Naturais e Doutoranda em Ciências Naturais do Programa de Pós-Graduação em Ciências (PGCN). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2157-3775>

2.Doutor em Filosofia da Mente. Professor Doutor, Laboratório de Cognição e Linguagem, Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5248-7733>

Resumo

Introdução. O sono é uma suspensão normal da consciência e está relacionado com mudanças na atividade elétrica do cérebro. Os distúrbios do sono, especialmente sua privação crônica, podem interferir na aprendizagem e na memória. **Objetivo.** Refletir sobre a relação entre a privação crônica de sono e os impactos no desempenho escolar/acadêmico. **Método.** Revisão sistemática, conforme recomendado pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). As bases de dados eletrônicas Scopus, Portal Periódico CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) serviram de base para a pesquisa por meio da combinação de termos específicos, com recorte temporal dos últimos 10 anos. **Resultados.** Após a busca sistemática, encontramos um total de 88 artigos. Porém, aplicando os critérios de inclusão e exclusão, 9 artigos foram selecionados para leitura na íntegra. Os estudos analisam a privação de sono entre adolescentes/adultos jovens e discutem possíveis formas de reduzir os impactos desse transtorno. **Conclusão.** As causas da privação de sono podem ser fisiológicas ou comportamentais. As alterações do sono podem impactar negativamente no desempenho escolar/acadêmico e na saúde do indivíduo. Alternativas para reduzir o impacto da privação de sono na população adolescente e adulta jovem deveriam considerar o reajuste do horário de início das aulas e a implementação de programas de educação do sono.

Unitermos. Privação crônica do sono; Aprendizagem; Memória; Desempenho acadêmico

Abstract

Introduction. Sleep is a normal suspension of consciousness and is related to changes in the electrical activity of the brain. Sleep disorders, especially chronic sleep deprivation, can interfere with learning and memory. **Objective.** Reflect on the relationship between chronic sleep deprivation and the impacts on school/academic performance. **Method.** Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). The electronic databases Scopus, *Portal Periodical CAPES* and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) served as a basis for the research through the combination of specific terms, with a time frame of the last 10 years. **Results.** After the systematic search, we found a total of 88 articles. However, by applying the inclusion and exclusion criteria, 9 articles were selected for a full reading. The studies analyze sleep deprivation among adolescents/young adults and discuss possible ways to reduce the impacts of this disorder. **Conclusion.** The causes of sleep deprivation can be physiological or behavioral. Sleep changes can harm school/academic performance and the individual's health. Alternatives to reduce the impact of

sleep deprivation in the adolescent and young adult population should consider readjusting the start time of classes and implementing sleep education programs.

Keywords. Chronic sleep deprivation; Learning; Memory; Academic performance

RESUMEN

El sueño es una suspensión normal de la conciencia y está relacionado con cambios en la actividad eléctrica del cerebro. Los trastornos del sueño, especialmente la privación crónica del sueño, pueden interferir con el aprendizaje y la memoria. **Objetivo.** Reflexionar sobre la relación entre la privación crónica del sueño y los impactos en el rendimiento escolar/académico. **Método.** Revisión sistemática según lo recomendado por Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Las bases de datos electrónicas Scopus, el Portal Periódico CAPES y la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD) sirvieron de base para la investigación a través de la combinación de términos específicos, con un marco temporal de los últimos 10 años. **Resultados.** Tras la búsqueda sistemática, encontramos un total de 88 artículos. Sin embargo, aplicando los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 9 artículos para lectura completa. Los estudios analizan la privación del sueño entre adolescentes/jóvenes adultos y discuten posibles formas de reducir los impactos de este trastorno. **Conclusión.** Las causas de la privación del sueño pueden ser fisiológicas o conductuales. Los cambios en el sueño pueden tener un impacto negativo en el rendimiento escolar/académico y en la salud del individuo. Las alternativas para reducir el impacto de la privación del sueño en la población adolescente y adulta joven deben considerar reajustar el horario de inicio de clases e implementar programas de educación del sueño.

Palabras clave. Privación crónica del sueño; Aprendiendo; Memoria; Logro académico

Trabalho realizado na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 02/12/2021

Aceito em: 13/04/2022

Endereço para correspondência: Carlos Eduardo B Sousa. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências do Homem, Laboratório de Cognição e Linguagem. Av. Alberto Lamego 2.000, CCH, sala 102. CEP 28013-602. Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. Tel.: +55-22-2748-6455. Email: cdesousa@uenf.br

INTRODUÇÃO

O sono se caracteriza como “um conjunto de alterações comportamentais e fisiológicas que ocorrem de forma conjunta e em associação com atividades elétricas cerebrais características”¹. É um evento circadiano, i.e., ocorre em ciclos de aproximadamente 24 horas^{2,3}. Noites com poucas horas de sono tem impactos a médio e longo prazo no sistema cognitivo (atenção, memória, raciocínio) e podem levar a demência⁴, além de comprometer o desempenho funcional do indivíduo.

Em 2021, a Revista *Science*, dedicou um número especial à neurociência do sono. No editorial, se afirma que o mito da eficiência e sucesso individual com poucas horas de sono deve ser corrigido. O sono “é uma função corporal importante e não-negociável que é essencial para a saúde humana”⁵, é também uma necessidade natural em outras espécies.

Os artigos publicados concordam que, entender as causas do sono e sua relação com as atividades conscientes, é um desafio que mobiliza esforços da neurociência. Ainda não há uma teoria definitiva, mas é provável que o ato de dormir esteja relacionado com a manutenção de processos fundamentais ao organismo⁶. Compreender o papel do sono é uma nova fronteira no campo da neurociência. Períodos curtos e longos de sono para restaurar e manter a saúde cognitiva, intelectual e emocional dos indivíduos parece ser uma necessidade do organismo.

A privação do sono afeta o corpo do indivíduo e não se restringe apenas a doenças cardiovasculares. Além disso, pode aumentar a probabilidade de acidentes de trabalho, estimular sintomas de ansiedade e interromper o metabolismo⁷. Essas alterações possuem relações com a obesidade, resistência à insulina, diabetes tipo 2 e diminuição da eficácia de algumas vacinas⁸.

Na presente revisão, refletimos e debatemos a relação entre a privação crônica do sono e seus impactos no desempenho escolar/acadêmico. Ademais, também

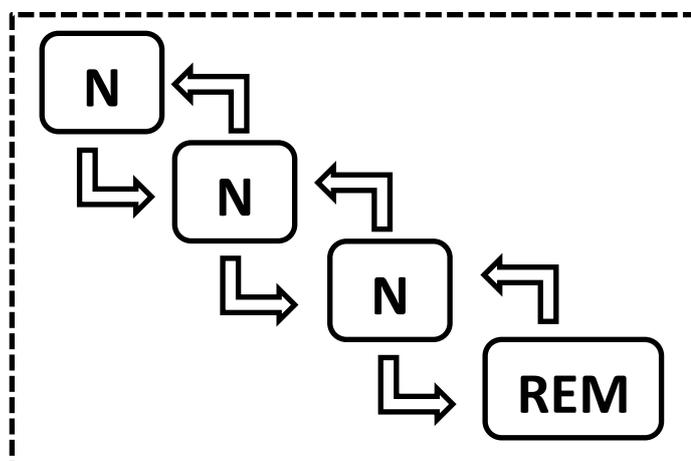
discutimos a conexão entre o sono e o horário do início das aulas dos adolescentes.

Fisiologia básica do sono, memória e aprendizagem

O sono se divide em dois estágios: (1) NREM (*non-rapid eye movement*) sem movimento dos olhos e, (2) REM (*rapid eye movement*) com movimento rápido dos olhos⁹. Aproximadamente 75% do tempo total do sono é composto pelo estágio NREM e 25% pelo estágio REM¹. O sono NREM é subdividido em 3 categorias: N1, N2 e N3³.

A sequência ordenada desses estágios, a partir da vigília, é: sono NREM, transitando do mais leve (N1) ao mais profundo (N3), e REM^{1,3}. Posterior a essa sequência, ocorre a inversão dos estágios seguida de outro período de sono REM^{2,3}. Esse ciclo, representado na figura 1, se repete durante a noite e com o decorrer do tempo “a profundidade do sono não REM diminui, e a duração do sono REM aumenta”³.

Figura 1. Esquema do ciclo do sono.



A quantidade de sono é regulada por fatores homeostáticos relacionados a mecanismos que promovem a sonolência, e pelo ciclo circadiano^{1,10-12}. A necessidade de sono aumenta à medida que o tempo de vigília se estende, e está relacionada ao acúmulo da adenosina^{10,11,13}. A adenosina, molécula integrante de macromoléculas, é essencial para o fluxo de energia e está envolvida em processos bioquímicos como a regulação sono-vigília¹². A adenosina resulta do metabolismo energético celular neuronal produzido durante o dia¹². Durante a vigília e privação do sono, ocorre o acúmulo de adenosina, e leva à sonolência e cansaço, e resulta no sono^{10,12}.

O ciclo circadiano age como um relógio biológico que produz “variações no estado de vigília e do sono fisiológico (tempo, duração e outras características) que mudam ciclicamente no decorrer do dia”¹. Esse ciclo é controlado pelo núcleo supraquiasmático (NSQ) do hipotálamo^{10,13,14}. A atividade dos neurônios, que compõe o NSQ, está relacionada com estímulos ambientais como a luminosidade³. Uma lesão no NSQ pode afetar ou até eliminar o ritmo circadiano¹⁴.

O NSQ é influenciado pela luz do ambiente durante o dia (via feixe retino-hipotalâmico) e pela melatonina (secretada pela glândula pineal) durante a noite¹⁰. A produção de melatonina é anulada na presença de luz¹¹. Luz artificial, como lâmpadas e dispositivos eletrônicos como computador, *tablet* e telefone celular, pode inibir a produção de melatonina¹¹. O uso massivo de tecnologia baseada em

iluminação artificial pode ter um efeito negativo sobre a qualidade do sono.

O ciclo circadiano do sono em adolescentes e jovens adultos é um pouco mais longo em comparação ao dos adultos em geral¹¹. A irregularidade do sono ocasiona um impulso homeostático do sono menor, e torna os jovens menos sonolentos a noite¹¹. Essa instabilidade pode impactar no desempenho escolar e acadêmico do aluno, e prejudicar o processo de aprendizagem e a memorização^{11,15}.

Quando o tempo de sono está desregulado, ocorre a privação do sono¹⁶. Na literatura, a privação do sono se distingue entre privação aguda e crônica¹¹. A primeira refere-se ao estado de vigília por 24 horas, ou a redução do sono durante um ou alguns dias¹¹. A segunda, também nomeada síndrome do sono insuficiente¹⁵, surge quando "o padrão de sono reduzido está presente na maioria dos dias por pelo menos três meses"¹⁷, e resulta em sintomas de sonolência.

Distúrbios do sono podem influenciar a aprendizagem e causar consequências nocivas ao desempenho escolar e acadêmico^{9,15}. A aprendizagem, do ponto de vista neurofisiológico, está relacionada com as mudanças estruturais dos neurônios¹⁸. A memória é considerada a retenção do conhecimento¹⁹.

Durante o processo de memorização e aprendizagem, a atividade neuronal sofre modificações. As sinapses são fortalecidas ou enfraquecidas. Assim, os padrões de conexões neuronais são alterados em resposta a experiências externas^{18,20}.

A memória e a aprendizagem possuem uma estreita relação entre si. A memória surge quando há aprendizado; “e esse aprendizado pode ocorrer por uma única exposição ou pela repetição de informações, experiências ou ações”¹⁷. O mecanismo de consolidação da memória pode ser definido como “processo dependente do tempo que converte traços de memória instáveis em formas mais permanentes”²¹.

A relação da consolidação da memória e o sono pode ser vista como um período de oportunidade para “o cérebro classificar e reforçar as memórias recém-codificadas na ausência da enxurrada incessante de informações externas”²². Existem duas teorias sobre a relação da consolidação da memória e o sono: (1) teoria do processo duplo e (2) teoria do processamento sequencial^{11,21}.

A teoria do processo duplo defende uma dependência entre o tipo de memória e o estado do sono. Nesse contexto, o sono REM está associado à consolidação de memórias não declarativas, e o estágio N3 do sono NREM com a consolidação de memórias declarativas^{11,21}. A teoria do processamento sequencial está relacionada à uma ordem sequencial das fases do sono. Nesse caso, a formação da memória pode ser estimulada durante o estágio N3 do sono e consolidada no sono REM¹¹.

Dormir traz benefícios para o organismo e para a estabilização da memória^{3,21}. A saúde fisiológica dos neurônios sofre influências do sono. É durante o sono que resíduos metabólicos são removidos⁴. A privação crônica do sono pode acumular β -amiloide (A β) ao longo do tempo^{4,23}.

Entretanto, ainda não se pode estabelecer uma ligação causal entre o comprometimento do sono e o subsequente acúmulo de placa A β ²⁴. Há uma hipótese de que o acúmulo de A β a longo prazo, na região do hipocampo, estaria relacionado com atrofia cerebral, diminuição cognitiva e possível início patológico da doença de Alzheimer (DA)^{23,24}. Contudo, os estudos são escassos e exigem pesquisas que lancem luz na relação entre A β e DA, uma vez que o sono “é talvez único entre outros biomarcadores da DA precoce”²⁴.

MÉTODO

Revisão sistemática realizada em julho de 2021, conforme as recomendações *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)²⁵. Três perguntas nortearam as buscas: (1) Quais são as relações entre o sono e o desempenho escolar/acadêmico? (2) O tempo ideal de sono é igual em todas as etapas da vida? (3) Há relação entre o horário de início das aulas dos adolescentes e o desempenho escolar?

O levantamento bibliográfico de artigos, capítulos de livros, teses e dissertações obedeceu a um recorte temporal de 2010 até julho de 2021. As buscas foram realizadas nas bases de dados eletrônicas *Scopus*, Portal de Periódicos da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Durante as buscas foram utilizados alguns descritores, cruzados por meio dos operadores booleanos, conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado das buscas com descritores.

Meio de busca	Combinações de descritores	Total de referências encontradas
Scopus	chronic sleep deprivation NOT acute sleep deprivation AND learning	11
	chronic sleep deprivation NOT acute sleep deprivation AND learning AND memory	06
	chronic sleep deprivation NOT acute sleep deprivation AND memory	16
	chronic sleep deprivation AND academic performance	15
	chronic sleep deprivation AND academic performance AND learning	02
Periódico CAPES	privação crônica do sono NOT privação aguda do sono AND aprendizagem	13
	privação crônica do sono NOT privação aguda do sono AND aprendizagem AND memória	02
	privação crônica do sono NOT privação aguda do sono AND memória	10
	privação crônica do sono AND desempenho acadêmico	02
	privação crônica do sono AND desempenho acadêmico AND aprendizagem	0
BDTD	privação crônica do sono AND aprendizagem	01
	privação crônica do sono AND aprendizagem AND memória	01
	privação crônica do sono AND memória	09
	privação crônica do sono AND desempenho acadêmico	0
	privação crônica do sono AND desempenho acadêmico AND aprendizagem	0

Os critérios de inclusão foram: artigos disponíveis na íntegra e publicados em periódicos com revisão por pares, pesquisas que abordassem a privação do sono entre estudantes do ensino fundamental, médio e superior, trabalho de revisão e opinião sobre privação do sono e as consequências para a aprendizagem ou desempenho escolar/acadêmico.

Os critérios de exclusão foram: pesquisas de característica aplicada sem correlação dos resultados com o desempenho escolar/acadêmico; trabalhos de abordagem exclusiva sobre o sono e saúde ou sono e ambiente de trabalho, pesquisas de abordagem exclusiva sobre privação aguda do sono.

RESULTADOS

A coleta de dados, triagem e seleção dos trabalhos estão sintetizados no fluxograma conforme a Figura 2. Inicialmente, após a coleta de dados e definição dos critérios de inclusão e exclusão, os resumos foram lidos a fim de classificar as publicações em incluídas ou excluídas.

As publicações incluídas para revisão foram categorizadas em: (I) impacto da privação do sono entre estudantes do ensino fundamental e médio (adolescentes), (II) impacto da privação do sono entre estudantes universitários. Posterior a leitura na íntegra das publicações incluídas para revisão, o texto de discussão do tema central foi redigido.

Na Tabela 2 são descritos os trabalhos sobre o impacto da privação do sono entre estudantes do ensino fundamental e médio. Nota-se que a privação do sono é comum durante a adolescência, devido ao atraso na secreção noturna de melatonina²⁶. Adaptar o horário escolar no período da puberdade auxiliaria os adolescentes a reduzir a privação de sono^{16,27,28}. Adolescentes com horário escolar vespertino, por exemplo, dormem cerca de 1h45min a mais em relação àqueles com horário matutino²⁹.

Na Tabela 3 descreve-se os estudos relacionados com o impacto da privação do sono entre estudantes universitários. A sonolência diurna, fadiga e cansaço também são queixas frequentes entre universitários, e podem comprometer o rendimento acadêmico^{9,30}. Algumas pesquisas indicam uma relação direta entre a quantidade e qualidade do sono e o

rendimento acadêmico^{30,31}. Em contrapartida, há dados que sinalizam o contrário³².

Figura 2. Fluxograma do processo de seleção das publicações incluídas na revisão sistemática.

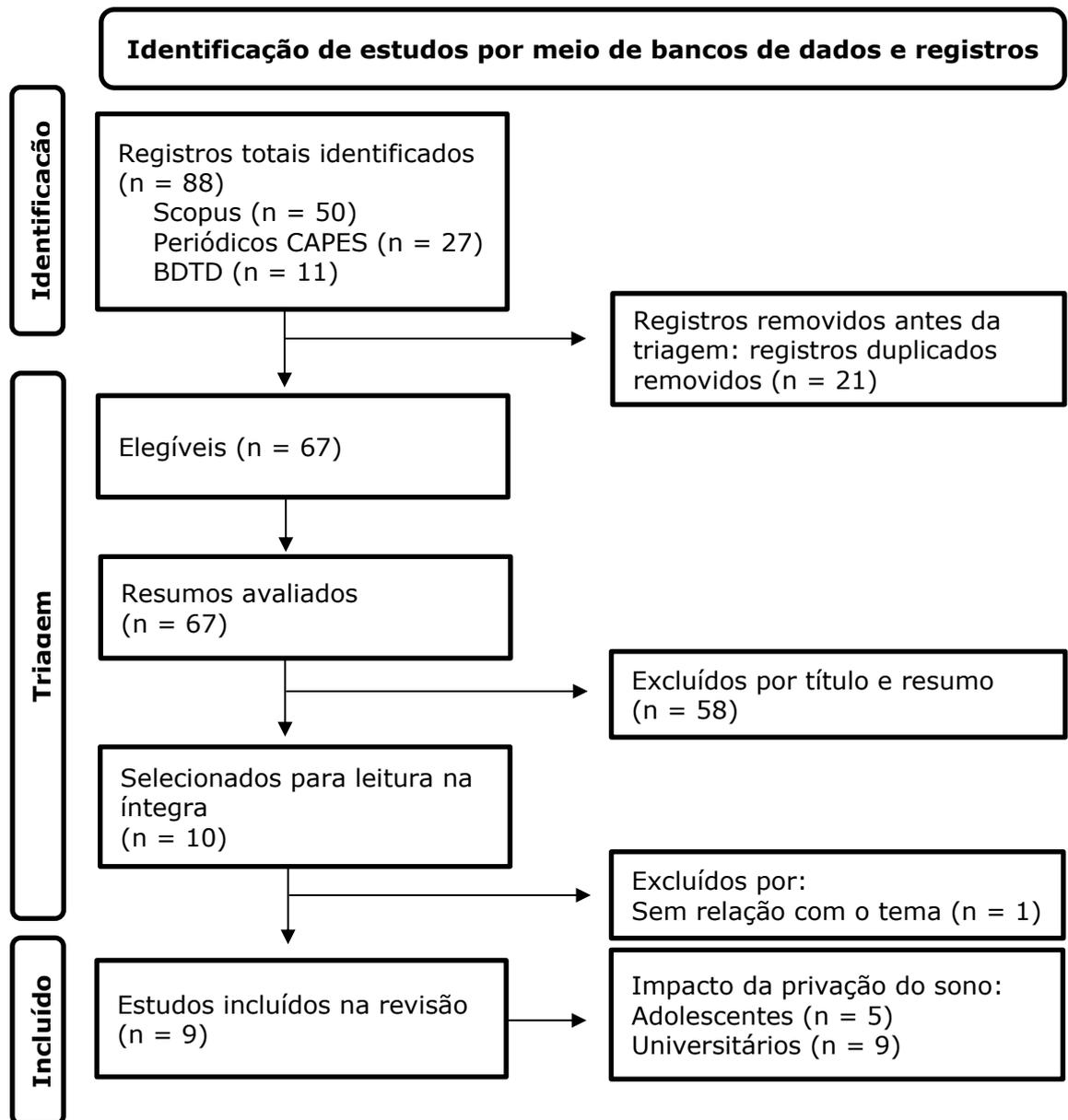


Tabela 2. Impacto da privação do sono entre estudantes do ensino fundamental e médio (adolescentes).

Autores/ano	Tipo de publicação	Participantes	Método	Conclusão
Owens <i>et al.</i> , 2014 ²⁶	Artigo de opinião.	_____	_____	Apoio da <i>American Academy of Pediatrics</i> sobre o adiamento dos horários de início das aulas.
Barnes <i>et al.</i> , 2016 ²⁷	Revisão.	_____	_____	Recomendação para adaptação dos horários de início das aulas diurnas para atender as necessidades de sono.
Minges <i>et al.</i> , 2016 ²⁸	Revisão sistemática.	_____	Recomendações PRISMA	Evidências apontam que o atraso no horário escolar aumenta o tempo total de sono. Deste modo, o atraso no início das aulas, particularmente, durante a adolescência, melhora o desempenho cognitivo, o funcionamento acadêmico, o humor e a saúde.
Mendes, 2019 ²⁹	Tese	435 estudantes do ensino fundamental e médio. 12-17 anos. Homens e mulheres.	Questionário de cronotipo, actimetria e diário de atividades.	Estudantes do turno vespertino mostraram superação da privação crônica de sono e melhor desempenho de memória. A utilização de aparelhos eletrônicos contribui com a redução do tempo de sono entre adolescentes.
Kansagra, 2020 ¹⁵	Revisão.	_____	_____	Evidências indicam benefícios para o sono com o atraso no horário escolar.

Tabela 3. Impacto da privação do sono entre estudantes universitários.

Autores/ano	Participantes	Método	Resultados
Elarab <i>et al.</i> , 2014 ³²	435 estudantes de medicina. 18-24 anos. Homens e mulheres.	Questionário desenvolvido pelos autores, sobre hábitos do sono, e Escala de Sonolência de Epworth para avaliar a sonolência diurna.	28,7% dos estudantes apresentam sonolência diurna excessiva, destes, 69,7% queixaram-se de um ou mais tipos de parassonia; 68,9% relataram presença de insônia; 70,4% dos estudantes com insônia grave geralmente apresentam cefaleia relacionada ao estudo.
Lucero <i>et al.</i> , 2014 ³¹	309 estudantes do 5º ano de medicina. Homens e mulheres.	Questionário SLEEP-50, para avaliar os distúrbios do sono, e Escala de Sonolência de Epworth para avaliar a sonolência diurna.	29,44% dos estudantes apresentaram sonolência diurna moderada e 8,73% sonolência severa. 45 estudantes iniciam o sono antes das 0h, 211 entre 0 e 2 am, 53 após as 2 am. 42,39% dos alunos apresentaram pelo menos um distúrbio do sono.
Mirghani <i>et al.</i> , 2015 ³⁰	108 estudantes de medicina. 19-30 anos. Homens e mulheres.	Diário do sono, durante duas semanas; questionário sobre horas de sono noturno e Escala de sonolência de Epworth.	83,3% dos estudantes relataram sentir-se cansados, 68,5% tinham sonolência diurna excessiva, 42,4% dos estudantes apresentaram privação crônica de sono.
Ranasinghe <i>et al.</i> , 2018 ⁹	100 estudantes universitários. Idade e sexo não informados.	Questionário composto por perguntas relativas aos efeitos da privação de sono entre estudantes universitários	74 participantes iniciam o sono antes das 0h, 20 entre 0 e 2 am, 6 após 2 am. O uso da internet e o estresse foram as causas mais apontadas como comprometedoras do sono. 61% dos participantes declararam apresentar dores de cabeça após privação do sono.

A amostragem total inicial da busca apresenta estudos experimentais com camundongos em que há, por exemplo, a utilização de biomarcadores para o estudo da perda do sono, teste de medicamentos, cafeína e outros. Publicações na modalidade de pesquisa aplicada estão presentes em maior número, quando comparadas com estudos realizados com seres humanos.

Esse número se reduz quando se trata de uma análise do impacto da privação crônica do sono sobre a aprendizagem. Tal fato justifica a pequena amostragem de estudos incluídos nesta revisão. A carência de referências reforça a importância da realização de estudos que investiguem essa temática com a finalidade de agregar conhecimento ao setor educacional, e aproximá-lo dos conhecimentos neurocientíficos.

Ressalta-se que não foi excluída a possibilidade de incluir outras referências relevantes e relacionadas ao tema, principalmente aquelas obtidas a partir de citações na bibliografia selecionada para a revisão.

As publicações analisadas possuem métodos que diferem entre si e apresentam, por exemplo, revisões sobre o tema ou análises de questionário/diário do sono. Contudo, as opiniões dos autores convergem no que concerne à qualidade do sono, considerada essencial para a saúde cerebral, inclusive a memória e a aprendizagem. Há consenso de que distúrbios do sono são prejudiciais ao desenvolvimento cognitivo³.

Em uma visão generalizada, a neurociência progride e contribui com o entendimento da regulação do sono e sua relação com a cognição. O estudo do sono é um exemplo de como a neurociência pode auxiliar o setor educacional e estreitar cada vez mais suas relações.

Novas investigações empíricas são necessárias com o intuito de ampliar a compreensão da relação da memória, aprendizagem e o sono. O entendimento do sono/vigília é o

começo. Contudo, ainda há um longo caminho a percorrer para entender como o cérebro regula o sono, a memória e a aprendizagem¹³.

DISCUSSÃO

Os trabalhos incluídos para revisão, expostos nas Tabelas 2 e 3, abrangem ambos os sexos de uma população adolescente e jovem adulta (estudantes do ensino fundamental, médio ou superior). As publicações de revisão abordam a temática da privação crônica do sono entre estudantes adolescentes e jovens adultos, e suscitam reflexões a partir dos dados gerados pelas pesquisas quali-quantitativas.

Os estudos apontam uma relação entre a privação crônica do sono, a sonolência diurna e o desempenho escolar/acadêmico. A privação do sono é considerada como uma epidemia nas nações industrializadas e afeta indivíduos de ambos os sexos e idades^{12,17,26}.

A privação de sono pode alterar funções no organismo. A vida emocional e comportamental torna-se vulnerável e desencadeia sentimentos de raiva, ansiedade, irritabilidade, depressão e outros¹⁶. De acordo com a regularidade, essa síndrome pode causar falta de disposição, déficits de concentração e atenção, redução da vigilância e motivação, e distração¹⁷.

Durante a adolescência, a privação do sono é comum, devido a maior necessidade do sono dessa faixa etária, tal fato torna-se uma questão de saúde pública^{15,17,33}. O tempo

de vigília, por exemplo, aumenta no início da puberdade, e alterações na secreção de melatonina causam atraso no ritmo circadiano^{15,26,27}. O atraso na secreção noturna de melatonina faz os adolescentes demorarem mais para adormecer²⁶. Conseqüentemente, os adolescentes iniciam o horário escolar quando ainda estão biologicamente sob efeito do sono²⁷. Apesar disso, a quantidade de tempo ideal de sono não é alterada, mantendo-se em média 9h por noite^{2,16,26}.

Distúrbios no ciclo sono/vigília, insônia e outros tipos de transtornos provocam conseqüências na saúde e na vida estudantil^{15,28}. Variações emocionais e comportamentais, alterações metabólicas, ansiedade e depressão podem estar relacionadas à privação do sono^{15,28}. O desempenho cognitivo também pode sofrer modificações, principalmente em relação ao estado de atenção, que conseqüentemente prejudica o desenvolvimento acadêmico¹⁵. Tomada de decisão, memória de trabalho e controle de impulsos são funções cognitivas que também podem ser afetadas pela privação do sono²⁷.

Assimilar a relação entre mudanças biológicas na puberdade e o ciclo circadiano pode proporcionar uma possível redefinição do horário escolar. Adaptar o horário escolar no período da puberdade auxiliaria os adolescentes a reduzir a privação de sono^{15,27,34}. Atrasar o horário de início das atividades escolares produziria potenciais impactos benéficos no desenvolvimento cognitivo. Essa ação poderia aumentar o tempo de sono geral e diminuir a sonolência diurna entre os estudantes^{15,26-28,34}.

Adolescentes com horário escolar vespertino dormem cerca de 1h45min a mais em relação àqueles com horário matutino²⁹. Cochilos em torno de 10 a 20 minutos podem auxiliar na restauração do sono, e são mais benéficos do que cochilos que ultrapassem esse tempo médio³³.

A sonolência diurna, fadiga e cansaço também são queixas frequentes entre universitários, principalmente entre estudantes de medicina^{9,30}. As demandas acadêmicas de estudos e prazos a serem cumpridos, bem como o tempo de exposição às telas (computadores, celulares e outros) contribuem para uma má qualidade do sono e interferem no ciclo sono/vigília³².

A qualidade e quantidade de tempo de sono de um indivíduo pode ser alterada ao ingressar em uma universidade³². A ansiedade e a pressão pelo sucesso na carreira médica, por exemplo, podem ocasionar distúrbios no sono³².

Estudos realizados com estudantes de medicina indicaram uma relação direta entre a quantidade e qualidade do sono e o rendimento acadêmico^{30,31}. Apesar da associação da sonolência e insônia com o baixo desempenho acadêmico, há resultados³² que apontam uma relação inversa. Menos tempo de sono foi relatado entre os alunos com as melhores notas³².

Com o sono desregulado, esses indivíduos estão propensos a dificuldades para alcançar um desempenho acadêmico ideal^{9,30}. É fundamental que pais e alunos sejam conscientizados da relevância da qualidade e do tempo de

sono adequado. Além da discussão da alteração do horário escolar, programas de educação do sono em escolas e universidades poderiam contribuir para a conscientização da importância da qualidade do sono¹¹. Para isso, o investimento em pesquisas empíricas sobre o sono é essencial.

CONCLUSÕES

A presente revisão convergiu dados que apontam que a população adolescente e jovem adulta tende a ir para a cama mais tarde devido à alteração na secreção de melatonina. Contudo, acordam cedo em função dos horários escolares e acadêmicos. Apesar disso, o tempo ideal de sono não é alterado. A privação do sono pode ter causa fisiológica ou comportamental, como por exemplo, o uso prolongado de aparelhos eletrônicos. Uma das consequências é a sonolência diurna e a má qualidade do sono³³. A análise realizada aponta que cochilos rápidos, de 10 a 20 minutos, sejam mais benéficos a jovens saudáveis quando comparados a cochilos longos³³.

Ajustar os horários escolares surge como uma possibilidade para amenizar os problemas em relação ao sono^{15,26,27,33,34}. Desse modo, é possível minimizar padrões comportamentais danosos relacionados à restrição crônica do sono que os jovens possam desenvolver. Alunos que iniciam as aulas mais tarde que o habitual, possuiriam um tempo de sono maior em relação aos alunos que iniciam as atividades escolares no início da manhã^{27,28,34}. Outra

alternativa, seria a implementação de programas de educação do sono em escolas e universidades¹¹. Esse processo permitiria que os jovens compreendessem as consequências da privação do sono e desenvolvessem atitudes para um sono adequado.

Adaptar o horário de sono e de início das aulas contribuiria para uma melhor preparação dos alunos para as atividades estudantis, reduziria a sonolência diurna, diminuiria variações do humor e melhoraria a saúde fisiológica do indivíduo^{15,27,28}. Contudo, essas alterações influenciariam na disponibilidade de horários para atividades extracurriculares dos alunos, no horário de trabalho dos funcionários da escola, bem como no transporte escolar, seja ele particular ou coletivo²⁷. Uma alteração exigiria a participação de vários agentes para acomodar as demandas específicas dos adolescentes e escola.

Para que mudanças no horário escolar sejam realizadas, é fundamental obter o apoio e conscientização de pais, alunos, funcionários e toda a comunidade a ser impactada com tais implementações. Para isso, é importante identificar, analisar e discutir com os envolvidos sobre possíveis barreiras e soluções para que o atraso no início das aulas seja implementado²⁷.

Os avanços da neurociência permitem o conhecimento detalhado do funcionamento cerebral e sua relação com a aprendizagem. Os estudos sobre a privação do sono e sua relação com a aprendizagem oportunizam benefícios voltados para a saúde e educação. Ao considerar os

conhecimentos sobre o sono, o setor educacional poderia desenvolver planejamentos adaptados com vistas a tornar o ensino e a aprendizagem mais eficientes.

Compreender as consequências da privação crônica do sono pode trazer melhoras para o setor educacional e contribuir para que adolescentes e jovens adultos desenvolvam atitudes saudáveis para um sono adequado. Concomitantemente, pais e responsáveis também poderiam assegurar às crianças uma alimentação saudável, juntamente com exercícios e tempo de sono ideal.

Apesar da crescente quantidade de estudos envolvendo sono e aprendizagem, ainda é escasso o número de pesquisas empíricas. Principalmente no que diz respeito à privação crônica. Investigações pontuais são realizadas, e abordam os efeitos da privação do sono em determinado momento a curto prazo, porém são esporádicas. É essencial que estudos longitudinais sejam realizados, com o propósito de gerar dados qualitativos e quantitativos a longo prazo. Por fim, reitera-se a necessidade de um estreitamento nas relações entre o setor educacional e neurocientífico.

A área da educação e formação docente seria beneficiada com os conhecimentos da ciência do cérebro e da mente no que tange às estratégias de ensino e aprendizagem baseadas em como o cérebro funciona. Este é um dos possíveis caminhos a serem seguidos a fim de melhorar o desempenho dos alunos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A revisão bibliográfica fez parte do exame de qualificação de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais, da UENF. Neste sentido, agradecemos aos membros da banca de avaliação Arthur Giraldo Guimarães, Cassiana Hygino Machado e Maria Priscila Pessanha de Castro pelas valiosas contribuições.

REFERÊNCIAS

1. Neves GSML, Giorelli AS, Florido P, Gomes MM. Transtornos do sono: visão geral. *Rev Bras Neurol* 2013;49:57-71. <http://files.bvs.br/upload/S/0101-8469/2013/v49n2/a3749.pdf>
2. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC, LaMantia A-S, McNamara JO, et al. *Neurociências*. 4º ed. Porto Alegre: ARTMED; 2010. https://books.google.com.br/books/about/Neuroci%C3%A4ncias_4_e_d.html?id=pCtADQAAQBAJ&redir_esc=y
3. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. *Princípios de neurociências*. 5º ed. Porto Alegre: AMGH, ARTMED; 2014. https://books.google.com.br/books/about/Princ%C3%ADpios_de_Neuroci%C3%A4ncias_5_ed.html?hl=pt-BR&id=cq1_BAAAQBAJ&redir_esc=y
4. Lewis LD. The interconnected causes and consequences of sleep in the brain. *Science* 2021;374:564-8. <http://dx.doi.org/10.1126/science.abi8375>
5. Stern P. The many benefits of healthy sleep. *Science* 2021;374:550-1. <http://dx.doi.org/10.1126/science.abm8113>
6. Franks NP, Wisden W. The inescapable drive to sleep: overlapping mechanisms of sleep and sedation. *Science* 2021;374:556-9. <http://dx.doi.org/10.1126/science.abi8372>
7. Grandner MA, Fernandez F-X. The translational neuroscience of sleep: a contextual framework. *Science* 2021;374:568-73. <http://dx.doi.org/10.1126/science.abj8188>
8. Ortega RP. Poor sleep takes a heavy toll on communities of color. Can scientists help? *Science* 2021;374:552-5. <http://dx.doi.org/10.1126/science.acx9445>

9.Ranasinghe AN, Gayathri R, Priya VV. Awareness of effects of sleep deprivation among college students. *Drug Invention Today* 2018;10:1806-9.

https://www.researchgate.net/publication/327202515_Awareness_of_effects_of_sleep_deprivation_among_college_students#:~:text=A%20chronic%20sleep%2Drestricted%20state,and%20alertness%20and%20enhanced%20mood

10.Gomes MM, Quinhones MS, Engelhardt E. Neurofisiologia do sono e aspectos farmacoterapêuticos dos seus transtornos. *Rev Bras Neurol* 2010;46:5-15.

<http://files.bvs.br/upload/S/0101-8469/2010/v46n1/a003.pdf>

11.Hershner SD, Chervin RD. Causes and consequences of sleepiness among college students. *Nat Sci Sleep* 2014;6:73-84.

<http://dx.doi.org/10.2147/NSS.S62907>

12.Krause AJ, Simon EB, Mander BA, Greer SM, Saletin JM, Goldstein-Piekarski AN, *et al.* The sleep-deprived human brain. *Nat Rev Neurosci* 2017;18:404-18. <http://dx.doi.org/10.1038/nrn.2017.55>

13.Scammell TE, Arrigoni E, Lipton JO. Neural circuitry of wakefulness and sleep. *Neuron* 2017;93:747-65.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2017.01.014>

14.Earrest DJ. Circadian regulation by the suprachiasmatic nucleus. *In: The neuroscience of sleep.* London: Academic Press; 2009. p.159-60.

15.Kansagra S. Sleep disorders in adolescents. *Pediatrics* 2020;145(Suppl 2):S204-9. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2019-2056I>

16.Santos-Coelho FM. Impacto da privação de sono sobre cérebro, comportamento e emoções. *Med Int Mex* 2020;36:17-9.

<http://dx.doi.org/10.24245/mim.v36id.3777>

17.American Academy of Sleep Medicine. International classification of sleep disorders. 3^o ed. Darien: American Academy of Sleep Medicine; 2014.

<https://learn.aasm.org/Public/Catalog/Details.aspx?id=%2FggQVDMQIT%2FEDy86PWgggQ%3D%3D&returnurl=%2fUsers%2fUserOnlineCourse.aspx%3fLearningActivityID%3d%252fggQVDMQIT%252fEDy86PWgggQ%253d%253d>

18.Gazzaniga M, Ivry RB, Mangun GR. Cognitive neuroscience: the biology of the mind. 5^o ed. New York: W.W. Norton & Company; 2019.

<https://wnorton.com/books/9780393603170>

19.Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. Sistemas de Memória. *In: Neurociências: desvendando o sistema nervoso.* 4^o ed. Porto Alegre: ARTMED; 2017; p.823-31.

20.Brockington G. Neurociência e ensino de física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. *Rev Bras Ensino Fís* 2021;43:S1.

<https://www.scienceopen.com/document?vid=a4b6c7ce-6302-4b88-970d-8037fd56f865>

21. Peigneux P, Fogel S, Smith C. Memory processing in relation to sleep. *In: Principles and practice of sleep medicine*. 6^o ed Philadelphia: Elsevier; 2016; p.229-38.
22. Girardeau G, Lopes-dos-Santos V. Brain neural patterns and the memory function of sleep. *Science* 2021;374:560-4. <http://dx.doi.org/10.1126/SCIENCE.ABI8370>
23. Shokri-Kojori E, Wang G-J, Wiers CE, Demiral SB, Guo M, Kim SW, *et al.* β -Amyloid accumulation in the human brain after one night of sleep deprivation. *PNAS* 2018;115:4483-8. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1721694115>
24. Winer JR, Mander BA, Kumar S, Reed M, Baker SL, Jagust WJ, *et al.* Sleep disturbance forecasts β -amyloid accumulation across subsequent years. *Curr Biol* 2020;30:4291-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2020.08.017>
25. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 2009;151:264-9. <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
26. Owens JA, Au R, Carskadon M, Millman R, Wolfson, Braverman PK, *et al.* A School start times for adolescents. *Pediatrics* 2014;134:642-9. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2014-1697>
27. Barnes M, Davis K, Mancini M, Ruffin J, Simpson T, Casazza K. Setting adolescents up for success: promoting a policy to delay high school start times. *J School Health* 2016;86:552-7. <http://dx.doi.org/10.1111/josh.12405>
28. Mingos KE, Redeker NS. Delayed school start times and adolescent sleep: a systematic review of the experimental evidence. *Sleep Med Rev* 2016;28:86-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smrv.2015.06.002>
29. Mendes RAPC. Análise dos parâmetros rítmicos e de sono, cronotipo e jetlag social em adolescentes: relações com o gênero, turno escolar, atividades noturnas e desempenho cognitivo (Tese). São Paulo: Universidade de São Paulo; 2019. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47135/tde-18112019-191921/>
30. Mirghani HO, Ahmed MA, Elbadawi AS. Daytime sleepiness and chronic sleep deprivation effects on academic performance among the Sudanese medical students. *J Taibah Univ Med Sci* 2015;10:467-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtumed.2015.05.003>
31. Lucero C, Buonanotte CF, Perrote FM, Concaro IA, Quevedo P, Passaglia G, *et al.* Trastornos del sueño-vigilia en alumnos de 5.º año de Medicina de la Universidad Nacional de Córdoba y su impacto sobre el rendimiento académico. *Neurol Arg* 2014;6:184-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuarg.2014.05.006>
32. Elarab HE, Rabie MAM, Ali DH. Sleep behavior and sleep problems among a medical student sample in relation to academic performance: a cross-sectional questionnaire-based study. *Middle East Curr Psychiatr* 2014;21:72-80. <http://dx.doi.org/10.1097/01.XME.0000444452.76469.05>

33.Santos JS, Pereira SIR, Louzada FM. Chronic sleep restriction triggers inadequate napping habits in adolescents: a population-based study. *Sleep Med* 2021;83:115-22.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.sleep.2021.04.016>

34.Nahmod NG, Lee S, Buxton OM, Chang A-M, Hale L. High school start times after 8:30 am are associated with later wake times and longer time in bed among teens in a national urban cohort study. *Sleep Health* 2017;3:444-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sleh.2017.09.004>