

# CICLO CIRCADIANO E A SAÚDE DO ADOLESCENTE: UMA REVISÃO DE ESCOPO

*Circadian Cycle and Adolescent Health: A Scoping Review*

Alane Tamyres dos Santos<sup>1</sup> - ORCID ID 0000-0002-4692-0780

Lidiane Jacinto do Nascimento<sup>1</sup> - ORCID ID 0009-0009-6840-5227

Valdenice Menezes<sup>1</sup> - ORCID ID /0000-0003-4183-3239

Viviane Colares<sup>1,2</sup> - ORCID ID /0000-0003-2912-2100

<sup>1</sup> Universidade de Pernambuco (UPE) – Recife – Pernambuco

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife – Pernambuco

alane.tamyres@upe.br

## RESUMO

Objetivo: Investigar que informações estão disponíveis na literatura científica relacionadas ao ciclo circadiano e à saúde do adolescente. Métodos: Trata-se de uma revisão de escopo, cuja busca foi realizada na LILACS e MEDLINE. Foram incluídos todos os tipos de publicações com resumos disponíveis as quais responderam à pergunta condutora desta revisão, com sujeitos na faixa etária da adolescência (10 aos 19 anos) conforme estabelecido pela OMS. Resultados: Dos assuntos pesquisados com o ciclo circadiano, a saúde física foi a mais estudada (62%), seguida pela saúde mental (35%) e saúde social (2%). Em todos os estudos incluídos, mais de um tema de saúde foi abordado. Adolescentes com preferência vespertina estão sujeitos a maiores riscos no contexto da saúde quando comparados aos de cronótipo neutro ou matutino. O cronótipo matutino foi identificado como fator de proteção. Conclusão: Estresse, depressão, ansiedade, transtornos mentais, obesidade, distúrbios metabólicos e do sono, exposição ao álcool e outras drogas, foram os temas de saúde mais abordados com o ciclo circadiano. Contudo, a literatura tem ratificado a vulnerabilidade dos adolescentes com a temática em questão, e corroboram da fragilidade desta população nos campos da saúde física e mental mediante desajustes no cronótipo (matutino/vespertino).

**Palavras-chave:** Ritmo circadiano. Adolescente. Saúde

## ABSTRACT

Study objectives: to investigate what information is available in the scientific literature related to the circadian cycle and adolescent health. Methods: This is a scope review, which was searched in the LILACS and MEDLINE. All types of publications with available abstracts were included, which answered the guiding question of this review, with subjects in the adolescent age group (10 to 19 years) as established by the WHO. Results: Of the subjects researched with the circadian cycle, physical health was the most studied (62%), followed by mental health (35%) and social health (2%). More than one health topic was addressed in all studies included. Adolescents with a preference for afternoon periods are subject to greater risks in the context of health when compared to those with a neutral or morning chronotype. The morning chronotype was identified as a protective factor. Conclusion: Stress, depression, anxiety, mental disorders, obesity, metabolic and sleep disorders, exposure to alcohol and other drugs were the health topics most discussed together with the circadian cycle. However, the literature has ratified the vulnerability of adolescents with the theme in question, corroborating the fragility of this population in the fields of physical and mental health through mismatches in the chronotype (morning/afternoon).

**Key words:** Circadian Rhythm. adolescent. Health

## INTRODUÇÃO

É conhecido por ciclo circadiano o ritmo realizado pelo organismo ao exercer suas funções ao longo de um dia (24 horas). Este ritmo é controlado pelo hipotálamo e sofre interferência de eventos cósmicos relacionados ao universo e à terra, fatores ambientais (luz, duração da noite e do dia, estações do ano) e estilos de vida.<sup>1</sup> Sua ocorrência é em seres humanos, plantas e em animais de diferentes espécies.<sup>2,3</sup>

No que se refere ao ser humano, o ciclo circadiano coordena sistemas mentais e físicos, está ligado ao sono, atividade, fome e regulações homeostáticas<sup>4</sup> com neuro-hormônios ativamente envolvidos nesse processo. Durante o dia ocorre no organismo a liberação do hormônio cortisol, que deixa os indivíduos despertos, enquanto a noite é liberada a melatonina, que induz o relaxamento e o sono. Fatores que ditam no decorrer de um ciclo os “picos” de energia e de cansaço do organismo.<sup>1</sup>

O ritmo circadiano sofre mudanças desde a infância até a idade adulta.<sup>5</sup> Porém, é consolidado entre os autores, que na adolescência ocorre um atraso de fase desse ritmo normativo, para ciclos mais vespertinos.<sup>6</sup> A preferência por horários mais tardios para dormir e acordar costuma ser uma consequência de fatores sociocomportamentais e também biológicos.<sup>7</sup>

O descompasso do ritmo natural dia-noite parece ser prejudicial e trazer consequências a curto e longo prazo ao adolescente.<sup>5</sup> Estudos têm identificado alguma relação entre distúrbios metabólicos, alimentação menos nutritiva, má higiene do sono, funções cognitivas, emocionais, comportamentais e alterações no ritmo circadiano nos adolescentes, fatores que impactam diretamente na saúde e qualidade de vida dessa população.

8-10

Todavia, não existe até o momento uma síntese do conhecimento sobre quais

questões da saúde do adolescente estariam relacionadas a desregulação do ritmo circadiano nesta população. O objetivo desta revisão é investigar, na literatura científica, quais assuntos relacionados à saúde do adolescente têm apresentado influência do ciclo circadiano.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Tipo de estudo

Trata-se de uma revisão de escopo delineada conforme protocolo publicado<sup>11,12</sup>, além da utilização de alguns itens do PRISMA – ScR (protocolo para auxiliar na elaboração de Revisões Sistemáticas e Metanálises com extensão adaptada para Revisões de Escopo).<sup>13</sup>

A revisão de escopo é um método utilizado nos últimos anos de maneira ampla, em especial nas ciências da saúde<sup>14</sup>, com a finalidade de realizar uma síntese de estudos acerca de uma determinada área de interesse, na busca de mapear principais conceitos, evidências, possíveis lacunas do conhecimento e disseminar os resultados de forma descritiva. Dessa forma, as lacunas identificadas podem orientar futuras pesquisas baseadas em evidências.

<sup>12</sup>

### Pergunta de Pesquisa

A pergunta de pesquisa, bem como a busca dos artigos na literatura, foi norteada através da estratégia PCC, onde “P” diz respeito a população (adolescentes), “C” o conceito (ciclo circadiano) e “C” o contexto (saúde).<sup>12</sup> Assim, elaborou-se a seguinte questão: “Que informações estão disponíveis na literatura científica sobre o ciclo circadiano na adolescência e as questões de saúde relacionadas?”

### **Estratégia de Busca**

Após elaboração da pergunta condutora e identificados os descritores, "Adolescent", "Circadian Rhythm", "Health" e seus sinônimos (DeCs/MeSH), foram combinados pelos operadores booleanos AND e/ou OR, para busca ativa dos artigos (por Title/Abstract) relacionados a temática em questão na base de dados da "PubMed", e identificadas, inicialmente, 140 publicações.

Também foi realizada a busca na Biblioteca Virtual de Saúde (BVS – www.bireme.br) na base de dados LILACS. Para tanto, foram adotados os seguintes descritores: "ritmo circadiano", "adolescente", "saúde" (DeCs/MeSH), combinados pelo operador booleano AND. Os filtros "base de dados" (LILACS) e "limite" (adolescente) foram utilizados. Todos os idiomas identificados nas publicações foram contemplados nesta pesquisa, e não houve limite temporal estabelecido. Inicialmente, 67 publicações foram encontradas.

Para as duas bases de dados (PubMed e LILACS) uma ampla estratégia de busca foi realizada, e seguiu de 30 de junho de 2023 a 05 de janeiro de 2024.

### **Seleção das Publicações**

O processo de seleção e análise dos artigos foram realizados por meio de duas pesquisadoras (ATS e LJV), de forma independente, com posterior confronto dos resultados para obtenção dos textos selecionados por consenso (Kappa = 0,83). Quando da discordância na inclusão de algum estudo, uma terceira pesquisadora pôde ser consultada (VC).

Os artigos foram selecionados em duas etapas: (1) leitura dos títulos e resumos e (2) leitura do texto completo. A leitura dos títulos e dos resumos foi realizada para identificar possível relação

com a temática em questão (assuntos sobre o ciclo circadiano que apresentassem relação com a saúde do adolescente), seguida da leitura na íntegra do material.

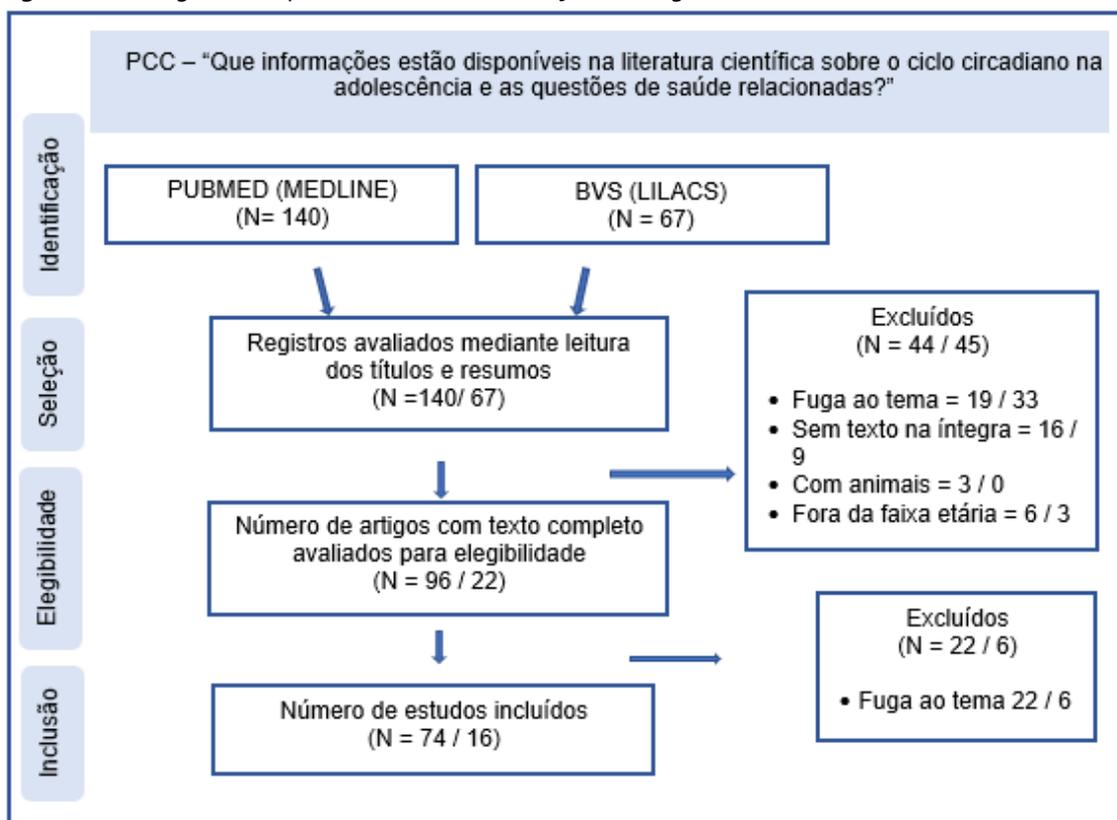
### **Crítérios de Elegibilidade dos Artigos**

Foram incluídos: todos os tipos de publicações com resumos disponíveis nas bases de dados mencionadas as quais responderam à pergunta condutora desta revisão, com sujeitos na faixa etária da adolescência (dos 10 aos 19 anos) conforme estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Como critério de exclusão: estudos que fugiram do tema em questão, que não contemplaram a faixa etária da adolescência (de acordo com a OMS), que não apresentavam texto por completo e que foram realizados em animais.

### **Coleta e Organização dos Dados**

De início, um banco de dados foi criado em uma tabela no word®, com informações extraídas dos trabalhos selecionados para fazerem parte desta revisão, classificando-os como incluídos ou excluídos por título e resumo (com o motivo da exclusão). O objetivo foi de organizar, de maneira estruturada, informações relevantes de cada estudo de acordo com os itens a seguir: autor, ano e país de publicação, desenho do estudo, população-alvo, amostra (n), amostra (idade), instrumento de coleta para Ciclo Circadiano, tema de saúde, motivo de exclusão. Os artigos triados para serem lidos na íntegra foram então inseridos em um documento Excel®. As exclusões (após leitura completa) também foram identificadas nesta fase e o critério registrado. O fluxograma da estratégia de busca dos estudos para esta revisão (Figura 1) seguiu recomendação do PRISMA-ScR.

Figura 1 – Fluxograma do processo de busca e seleção de artigos do PRISMA-ScR



Fonte: Autores

### Análise dos Dados

Os dados desta revisão de escopo foram analisados de forma descritiva, através de frequências absolutas e percentuais. O site <https://www.wordclouds.com/> foi utilizado para elaborar “nuvem de palavras”: uma com as palavras-chave e outra com os temas de saúde abordados nas publicações selecionadas para este artigo, com objetivo de identificar a recorrência das mesmas.

foi identificado que quase metade ocorreu mais recentemente, nos anos de 2017 a 2021 (46%), seguida pelos anos de 2012 a 2016 (22%) (Tabela 1).

### RESULTADOS

Entre os estudos foi verificado que a publicação mais antiga é do ano de 1993 enquanto a mais recente de 2023 (Tabela 1). Ao considerar intervalos de 5 anos entre as publicações, a partir de 2002 (porque apenas uma publicação esteve anterior a esse período),

**Tabela 1** – Características gerais dos artigos incluídos na revisão de escopo (N= 90)

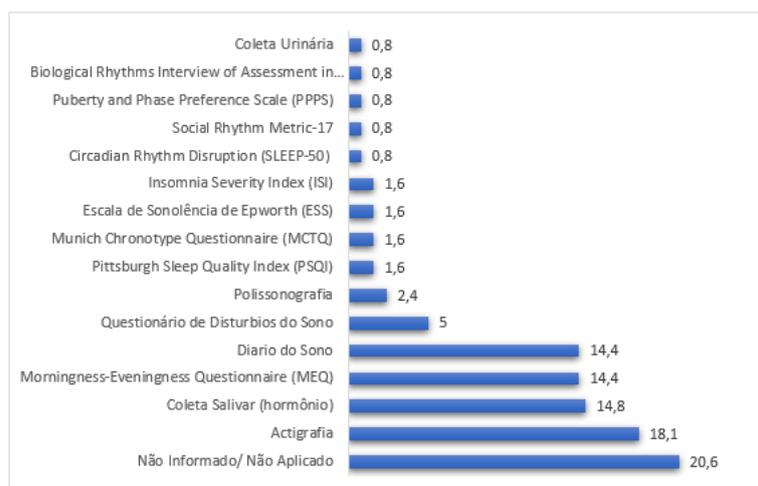
Características	Número (n= 90)	Porcentagem (%)
<b>Ano de Publicação</b>		
1993	1	1,1
2002 a 2006	2	2,2
2007 a 2011	11	12,2
2012 a 2016	20	22,2
2017 a 2021	42	46,6
2022 e 2023	14	15,5
<b>Tipo de Publicação</b>		
Artigo Observacional	62	68,8
Artigo de Revisão	20	22,2
Artigo de Intervenção	5	5,5
Editorial	1	1,1
Dissertação	2	2,2
<b>População-alvo</b>		
Adolescentes	49	54,4
Adolescentes e adultos	20	22,2
Adolescentes e crianças	10	11,1
Adolescentes, crianças e adultos	6	6,6
Adolescentes, adultos e idosos	3	3,3
Criança, adolescentes, adultos e idosos	2	2,2
<b>Tamanho da Amostra</b>		
≤ 100	22	24,4
101 a 500	25	27,7
501 a 1.000	6	6,6
1.001 a 5.000	10	11,1
> 5.000	6	6,6
Não informado/não aplicável	21	23,3
<b>Continente de Publicação</b>		
América	48	53,3
Europa	26	28,8
Oceania	6	6,6
Ásia	9	10
África	1	1,1
<b>Dimensões da Saúde Relacionadas com o Ciclo Circadiano</b>		
Saúde Física	56	62,2
Saúde Mental	32	35,5
Saúde Social	2	2,2
<b>Metodologias utilizadas para Coleta de Dados de Ciclo Circadiano</b>		
Questionário Morningness-Eveningness (MEQ)	18	20
Munich Questionário ChronoType (MCTQ)	2	2,2
Puberty and Phase Preference Scale (PPPS)	1	1,1
Social Rhythm Metrics (SEM)	1	1,1
Circadian rhythm disruption (SLEEP-50)	1	1,1
Polissonografia	3	3,3
Outras metodologias	39	43,3
Não informado/não aplicado	25	27,7

Quase a totalidade das publicações selecionadas eram artigos (96%), sendo a maioria (68%) relato de estudos observacionais (36 transversais, 19 longitudinais, 3 caso-controle e 4 estudos de caso), seguidos por 22% de artigos de revisão (11 revisões da literatura, 5 sistemáticas e 4 integrativa) e 5% dos estudos de intervenção. Publicações que contemplaram apenas a faixa etária da adolescência representaram 54% do total. E, no que diz respeito ao tamanho da amostra desses estudos, o maior

percentual identificado foi entre 101 a 500 (27%), enquanto 23% não informou ou não era aplicável quantificar tamanho da amostra (Tabela 1).

A América foi o continente que mais pesquisou sobre o tema (53%) (Tabela 1). Na América do Norte o maior número de estudos foi publicado pelos EUA (33%), enquanto na América do Sul pelo Brasil (16%). O segundo continente com mais publicações foi a Europa (28%) com a Bélgica e a França com os maiores percentuais neste continente (3% cada). Na Oceania (6%) teve destaque a Austrália com 5%, na Ásia a China com 2%, e no que diz respeito a África, apenas a Nigéria fez uma publicação relacionada ao tema.

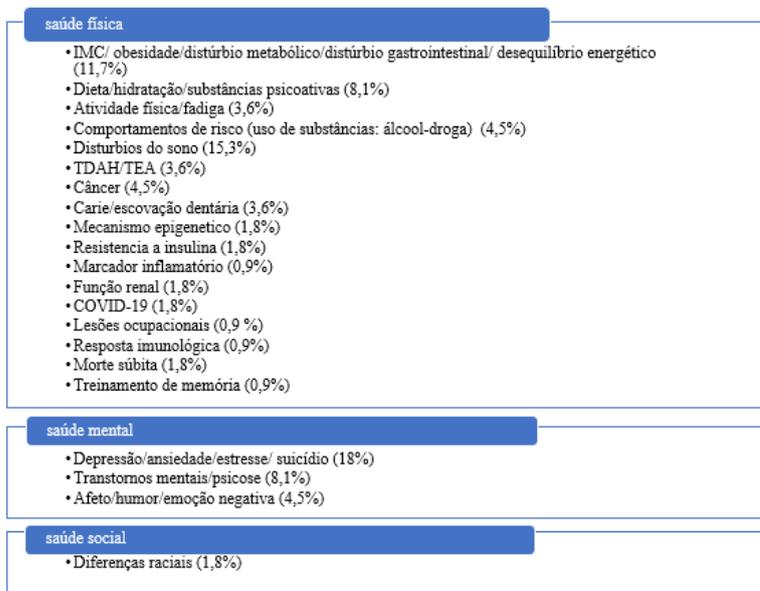
Entre os instrumentos para coleta de dados sobre ciclo circadiano identificados nos artigos incluídos, o Morningness-Eveningness (MEQ) foi o mais utilizado (20%) (gráfico 1), enquanto apenas um artigo fez uso da polissonografia, metodologia considerada "objetiva"<sup>15</sup>.

**Gráfico 1** – Percentual de Metodologias mais Utilizadas para Ciclo Circadiano (N= 90)

Dos assuntos estudados com o ciclo circadiano, a saúde física foi a mais estudada (62%), seguida da saúde mental (35%) e saúde social (2%) (figura 2). Em

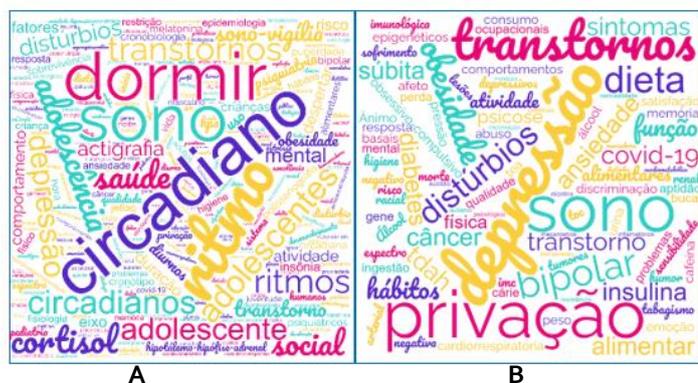
todos os estudos incluídos, mais de um tema de saúde foi abordado no contexto com o ciclo circadiano.

**Figura 2** – Quantidade de publicações por dimensão/ tema da saúde relacionados ao ciclo circadiano (N= 90)



As palavras-chaves e os temas de saúde abordados nas publicações foram exemplificados nesta revisão através de nuvens de palavras com contagem das mesmas (figura 3- a e b).

**Figura 3** – Nuvens de palavras com as palavras-chave (a) e os temas de saúde (b) abordados nos estudos.



Das 839 palavras-chaves identificadas nas publicações, as mais recorrentes foram: “sono” que apareceu 61 vezes (7,2%), “ritmo” 52

(6,1%), “circadiano” 47 (5,6%). Os temas de saúde mais recorrentes foram: “depressão” 13 vezes (6,4%), “sono” 17 (8,4%) e “transtorno” 8 (3,9%).

**DISCUSSÃO**

O ritmo ou ciclo circadiano é um tema de crescente interesse em áreas da saúde, em especial na saúde mental.<sup>16</sup> Tal fator corrobora com os achados desta revisão, onde o predomínio das publicações identificadas é referente aos últimos sete anos, o que mostra o interesse dos pesquisadores com o tema na atualidade. No entanto, quanto as áreas da saúde, o maior número de publicações identificadas ocorreu na dimensão da saúde física<sup>6,10,17-77</sup>, e só após na saúde mental<sup>16,78-101</sup>. Apenas um número reduzido esteve relacionado à saúde social<sup>102,103</sup>.

Entre as fases da vida que tem despertado significativo interesse dos pesquisadores sobre estudos do ritmo circadiano, a adolescência é uma das que mais se destaca. Nesta revisão foi identificado que mais da metade das publicações foram exclusivas com adolescentes, enquanto as demais também os tinham presentes na amostra. Esse interesse pode ser justificado pelo fato de na adolescência, de maneira frequente, ocorrer um atraso de fase do ritmo circadiano normativo<sup>6</sup> para períodos mais tardios (vespertinos) que podem contribuir para resultados negativos de saúde nos domínios emocional, comportamental, cognitivo, social e físico durante este período crítico do desenvolvimento<sup>10</sup>.

Quanto ao local de publicação, o continente americano foi o que mais apresentou estudos sobre o tema, com destaque para os EUA entre os países do norte, e o Brasil no sul. A justificativa pode estar relacionada ao aumento/interesse de pesquisas sobre consumo de alimentos não saudáveis (fast food)<sup>49</sup>, obesidade<sup>57,59,60,72</sup> e problemas psicossociais<sup>84,86,87,89,90,92</sup> nos últimos anos com o cronótipo. Nesse contexto os dois países se destacam pela

susceptibilidade dos adolescentes tanto na ingestão desses alimentos<sup>49</sup>, quanto pela elevada prevalência nas doenças mentais<sup>16,47,79, 81,83,84,91,92,96,99,102,104</sup>. No que diz respeito ao tamanho da amostra, uma parcela considerável das publicações “não informou ou não era aplicável” quantificar, justificado pelo fato de serem artigos de revisão, e não ser esse o objetivo desse tipo de estudo.

A literatura é vasta em metodologias para coletar dados relacionados ao ritmo circadiano. Este estudo de revisão identificou que o morningness-eveningness questionnaire (MEQ) foi o instrumento mais utilizado para descobrir a preferência circadiana do adolescente. De acordo com autores, o MEQ é um questionário validado e o mais utilizado mundialmente<sup>50,51</sup>. Além dele, o Pittsburgh Sleep Quality index<sup>62</sup>, a actigrafia, que registra atividade durante o ciclo sono-vigília com precisão<sup>33,36,85</sup> e a polissonografia, considerada metodologia “objetiva”<sup>15,24</sup>, são opções disponíveis para identificar cronótipos (matutino/vespertino).

De acordo com estudos, uma preferência circadiana vespertina pode aumentar o risco em domínios da saúde emocional (depressão e ansiedade)<sup>78,79,81-83,91,93,94,96-98</sup>, comportamental (uso de substâncias)<sup>53</sup> e social (propensão a conflitos familiares e comportamento antissocial) durante a adolescência<sup>46</sup>. Também pode estar relacionado com aumento do índice de massa corporal (IMC)<sup>21,60</sup>, dieta mais pobre (consumo de fast-food)<sup>49,61,62</sup>, câncer (progressão do tumor e diminuição da taxa de sobrevivência dos pacientes)<sup>10,51,63-66</sup>, escovação dentária com menor frequência e maior risco de cárie<sup>67,77</sup>, maiores taxas de lesões acidentais<sup>68</sup>, transtorno bipolar<sup>85,88,89,99</sup>, não praticar atividade física<sup>22,25,50,58</sup> e relação entre obesidade<sup>35,57,59,70,72</sup> e ritmo circadiano renal<sup>73</sup>. Como fator de proteção, estudo apontou a preferência pelo cronótipo matutino<sup>50</sup>.

Também existiram publicações que não identificaram associações entre questões de saúde e a preferência por algum cronótipo em adolescentes. Uma revisão de literatura apontou evidências inconsistentes entre os ritmos circadianos e o transtorno obsessivo-compulsivo – TOC<sup>16</sup>. Outros estudos que não identificaram associação com o ritmo circadiano entre os vários temas foram: sintomas depressivos<sup>75</sup>, marcadores inflamatórios basais<sup>76</sup>, carie dentária segundo estudo realizado no Brasil<sup>77</sup>. E, nos EUA, autores não conseguiram explicar a correlação entre as diferenças raciais/étnicas e os ritmos diurnos de cortisol<sup>103</sup>.

Os dados aqui apresentados devem ser interpretados com cautela, tendo em vista as diretrizes estabelecidas para esse tipo de estudo (revisão de escopo) que não permite analisar em profundidade as evidências dos materiais estudados.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através desta revisão de escopo permitiram identificar que as publicações relacionadas ao ritmo circadiano no contexto da saúde, despertou o interesse dos pesquisadores de forma crescente nos últimos anos, e, em especial no continente americano.

A literatura tem ratificado a vulnerabilidade dos adolescentes com a temática em questão, e corroboram da fragilidade desta população nos campos da saúde física e mental mediante desajustes no cronótipo (matutino/vespertino). Adolescentes com preferência vespertina estão sujeitos a maiores riscos no contexto da saúde quando comparados aos de cronótipo neutro ou matutino. Apresentaram maiores sintomas de estresse, depressão, ansiedade, transtornos mentais, obesidade, distúrbios metabólicos e do sono, exposição ao álcool e outras drogas, risco aumentado para o câncer e a cárie dentária, menor higiene oral e atividade física e resistência à insulina. Enquanto a preferência

pelo cronótipo matutino foi identificado como fator protetor para a saúde do adolescente.

Diante deste contexto, é importante reforçar a necessidade de políticas públicas voltadas para a saúde do adolescente e as alterações dos ritmos biológicos, com a finalidade de minimizar os danos físicos, mentais e sociais a essa população durante essa fase de maior exposição aos riscos.

Apoio financeiro: PFA (Programa de Fortalecimento Acadêmico/UPE)

## REFERÊNCIAS

- Farhud D, Aryan Z. Circadian Rhythm, Lifestyle and Health: A Narrative Review. **Iran J Public Health** 2018;47(8):1068-1076.
- Oliveira G, Silva IB, Oliveira ERA. Sleep in adolescence and factors associated with inadequate sleep. **Rev. Bras. Pesq. Saúde** 2019;21(1):135-145.
- Foster RG, Kreitzman L. The rhythms of life: what your body clock means to you! **Exp Physiol** 2014;99(4):599-606.
- Rana M, Allende CR, Latorre TM, Astorga KR, Torres AR. Sueno de los ninos: Fisiologia y actualizacion de los últimos conocimientos. **Medicina** 2019;79: 25-28.
- Logan RW, Hasler BP, Forbes EE, Franzen PL, Torregrossa MM, Huang YH, et al. Impact of Sleep and Circadian Rhythms on Addiction Vulnerability in Adolescents. **Biol Psychiatry** 2018;83(12):987-996.
- Lunsford-Avery JR, Kollins SH. Editorial Perspective: Delayed circadian rhythm phase: a cause of late-onset attention-deficit/hyperactivity disorder among adolescents? **J Child Psychol Psychiatry** 2018;59(12):1248-1251.
- Moore M, Meltzer LJ. The sleepy adolescent: causes and consequences of sleepiness in teens. **Paediatr Respir Rev** 2008;9(2):114-20.
- Lee JH, Cho J. Sleep and Obesity. **Sleep Med Clin** 2022;17(1):111-116.
- Porfirio MC, Gomes de Almeida JP, Stormelli M, Giovanazzo S, Purper-Ouakil D, Masi G. Can melatonin prevent or improve metabolic side effects during antipsychotic treatments? **Neuropsychiatr Dis Treat** 2017;13:2167-2174.
- Dolsen MR, Wyatt JK, Harvey AG. Sleep, Circadian Rhythms, and Risk Across Health Domains in Adolescents With an Evening Circadian Preference. **J Clin Child Adolesc Psychol** 2019;48(3):480-490.
- Peters MD, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Soares CB. Guidance for conducting systematic scoping reviews. **Int J Evid Based Healthc** 2015;13(3):141-6.
- Joanna Briggs Institute. Joanna Briggs Institute Reviewers' Manual: 2015 edition/Supplement. **Methodology for JBI Scoping Reviews**; 2015.
- Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. **Ann Intern Med** 2018;169(7):467-473.
- Oravec N, Monnin C, Gregora A, Bjorklund B, Dave MG, Schultz A, et al. Protocol for a scoping review to map patient engagement in scoping reviews. **Res Involv Engagem** 2022;8(1):27.
- Reynolds AM, Spaeth AM, Hale L, Williamson AA, LeBourgeois MK, Wong SD, et al. Pediatric sleep: current knowledge, gaps, and opportunities for the future. **Sleep** 2023;11; 46(7):zsado60.
- Cox RC, Olatunji BO. Circadian Rhythms in Obsessive-Compulsive Disorder: Recent Findings and Recommendations for Future Research. **Curr Psychiatry Rep** 2019;21(7):54.
- Manz F. Hydration in children. **J Am Coll Nutr** 2007;26(5):562S-569S.
- Al-Abri MA, Al-Yaarubi S, Said EA. Circadian Rhythm, Sleep, and Immune Response and the Fight against COVID-19. **Oman Med J** 2023;38(2):e477.
- Lee D, Lee KS, Kim S, Chung W, Jegal J, Han H. Changes in Sleep Satisfaction of

- Korean Adolescents in the Pre- and Post-COVID-19 Eras and Its Effects on Health Behaviors. **Int J Environ Res Public Health** 2023;20(3):1702.
20. Yeung CHC, Lu J, Soltero EG, Bauer C, Xiao Q. U.S. Adolescent Rest-Activity patterns: insights from functional principal component analysis (NHANES 2011-2014). **Int J Behav Nutr Phys Act** 2023;20(1):125.
  21. Pompeia S, Panjeh S, Louzada FM, D'Almeida V, Hipolide DC, Cogomoreira H. Social jetlag is associated with adverse cardiometabolic latent traits in early adolescence: an observational study. **Front Endocrinol (Lausanne)** 2023;14:1085302.
  22. Siviero RB, Braga GF, Esteves AM. A influência do cronotipo e da qualidade do sono na frequência de treinamento na academia / The influence of chronotype and sleep quality in the frequency of training in the gym. **Rev Bras Ativ Fís Saúde** 2015; 20(3):262-269.
  23. Solari BF. Trastornos del sueño en la adolescencia / Sleep disorders in adolescence. **Rev. Méd. Clín. Condes** 2015;26(1): 60-65.
  24. Soster, LMSFA. Análise da microarquitetura do sono (padrão alternante cíclico) na polissonografia de crianças com enurese noturna monossintomática / Sleep microstructure analysis (Cyclic Alternating Pattern) in children with monosymptomatic nocturnal enuresis [tese]. **São Paulo: Faculdade de Medicina – USP; 2015.**
  25. Maia APL, Sousa IC de, Azevedo CVM de. Efeito do exercício matinal sob luz solar no ciclo sono-vigília em adolescentes. **Psicol Neurosci [Internet]** 2011;4(3):323–31.
  26. Terra VC, Machado HR, Sakamoto AC, Arida RM, Scorza CA, Albuquerque Md, et al. The influence of circadian rhythms on sudden unexpected death in epilepsy. **Arq Neuro-Psiquiatr [Internet]** 2009;67(2a):314–5.
  27. Barbosa FF, Albuquerque FS. Effect of the time-of-day of training on explicit memory. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research** 2008; 41: 477-481
  28. Teixeira LR. Análise dos padrões do ciclo vigília-sono de adolescentes trabalhadores e não trabalhadores, alunos de escola pública no município de São Paulo / Analysis of patterns of sleep-wake cycles among high school students who work and don't work [tese]. **São Paulo: Faculdade de Saúde Pública; 2002**
  29. Lopes ER, da Cunha LF, dos Santos TA, Resende AV, Jorge BH, Salomão LA, et al. Variações circadianas diárias e semanais na morte súbita da doença de Chagas [Daily and weekly circadian variations in sudden death in Chagas disease]. **Arq Bras Cardiol** 1993;61(6):345-8.
  30. Ouellet-Morin I, Brendgen M, Girard A, Lupien SJ, Dionne G, Vitaro F, et al. Evidence of a unique and common genetic etiology between the CAR and the remaining part of the diurnal cycle: A study of 14 year-old twins. **Psychoneuroendocrinology** 2016;66;91–100.
  31. Arun R, Pina P, Rubin D, Erichsen D. Association between sleep stages and hunger scores in 36 children. **Pediatr Obes** 2016;11(5):e9-e11
  32. Medic G, Wille M, Hemels ME. Short- and long-term health consequences of sleep disruption. **Nat Sci Sleep** 2017;9:151-161.
  33. Mitchell JA, Quante M, Godbole S, James P, Hipp JA, Marinac CR, et al. Variation in actigraphy-estimated rest-activity patterns by demographic factors. **Chronobiol Int** 2017;34(8):1042-1056.
  34. Muscatello RA, Corbett BA. Comparing the effects of age, pubertal development, and symptom profile on cortisol rhythm in children and adolescents with autism spectrum disorder. **Autism Res** 2018;11(1):110-120.
  35. Simon SL, McWhirter L, Diniz Behn C, Bubar KM, Kaar JL, Pyle L, et al. Morning Circadian Misalignment Is

- Associated With Insulin Resistance in Girls With Obesity and Polycystic Ovarian Syndrome. **J Clin Endocrinol Metab** 2019;104(8):3525-3534.
36. Vitale JA, Negrini F, Rebagliati G, Giacomelli L, Donzelli S, Banfi G. Actigraphy-based Sleep Parameters and Rest-activity Circadian Rhythm in a Young Scoliotic Patient Treated with Rigid Bracing: A Case Study. **Yale J Biol Med** 2019;92(2):205-212.
  37. Iacomino G, Lauria F, Russo P, Marena P, Venezia A, Iannaccone N, et al; IDEFICS/I.Family consortium. Circulating miRNAs are associated with sleep duration in children/adolescents: Results of the I.Family Study. **Exp Physiol** 2020;105(2):347-356.
  38. Higgins S, Stoner L, Lubransky A, Howe AS, Wong JE, Black K, et al. Social jetlag is associated with cardiorespiratory fitness in male but not female adolescents. **Sleep Med** 2020; 75:163-170.
  39. Hein M, Mungo A, Hubain P, Loas G. Excessive daytime sleepiness in adolescents: current treatment strategies. **Sleep Sci** 2020;13(2):157-171.
  40. Karan M, Rahal D, Almeida DM, Bower JE, Irwin MR, McCreath H, et al. School commute time, chronotype, and altered HPA axis functioning during adolescence. **Psychoneuroendocrinology** 2021;133:105371.
  41. Soltanieh S, Solgi S, Ansari M, Santos HO, Abbasi B. Effect of sleep duration on dietary intake, desire to eat, measures of food intake and metabolic hormones: A systematic review of clinical trials. **Clin. Nutr. ESPEN** 2021;45: 55-65.
  42. Jahrami HA, Alhaj OA, Humood AM, Alenezi AF, Fekih-Romdhane F, AlRasheed MM, et al. Sleep disturbances during the COVID-19 pandemic: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. **Sleep Med Rev** 2022;62:101591.
  43. Martinez-Cayuelas E, Gavela-Pérez T, Rodrigo-Moreno M, Losada-Del Pozo R, Moreno-Vinues B, Garces C, et al. Sleep Problems, Circadian Rhythms, and Their Relation to Behavioral Difficulties in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder. **J Autism Dev Disord** 2023;4:1-15.
  44. Shur-Fen Gau S. Prevalence of sleep problems and their association with inattention/hyperactivity among children aged 6-15 in Taiwan. **J Sleep Res** 2006;15(4):403-14.
  45. Kerkhof GA. Epidemiology of sleep and sleep disorders in The Netherlands. **Sleep Med** 2017;30:229-239.
  46. Merikanto I, Pesonen AK, Kuula L, Lahti J, Heinonen K, Kajantie E, et al. Eveningness as a risk for behavioral problems in late adolescence. **Chronobiol Int** 2017;34(2):225-234.
  47. Dolsen EA, Harvey AG. Dim Light Melatonin Onset and Affect in Adolescents With an Evening Circadian Preference. **J Adolesc Health** 2018;62(1):94-99.
  48. Lyall LM, Sangha N, Wyse C, Hindle E, Houghton D, Campbell K, et al. Accelerometry-assessed sleep duration and timing in late childhood and adolescence in Scottish schoolchildren: A feasibility study. **PLoS One** 2020;15(12):e0242080.
  49. Oexle N, Barnes TL, Blake CE, Bell BA, Liese AD. Neighborhood fast food availability and fast food consumption. **Appetite** 2015;92:227-32.
  50. Kintschev MR, Shimada SS, da Silva MO, de Barros YV, Hoffmann-Santos HD. Chronotype change in university students in the health area with excessive daytime sleepiness. **Rev. bras. educ. med** 2021,45(01): e031.
  51. Li L, Duan Y, Sun Q, Xiao P, Wang L, He S, et al. Relationship of Circadian Rhythm and Psychological Health in Adolescents and Young Adults With Cancer. **Cancer Nurs** 2021;44(6):E659-E669.
  52. Gradisar M, Crowley SJ. Delayed sleep phase disorder in youth. **Curr Opin Psychiatry** 2013;26(6):580-5.
  53. Comasco E, Nordquist N, Göktürk C, Aslund C, Hallman J, Orelund L, et al.

- The clock gene PER2 and sleep problems: association with alcohol consumption among Swedish adolescents. **Ups J Med Sci** 2010;115(1):41-8.
54. Danielsson K, Markström A, Broman JE, von Knorring L, Jansson-Fröjmark M. Delayed sleep phase disorder in a Swedish cohort of adolescents and young adults: Prevalence and associated factors. **Chronobiol Int** 2016;33(10):1331-1339.
  55. Minges KE, Redeker NS. Delayed school start times and adolescent sleep: A systematic review of the experimental evidence. **Sleep Med Rev** 2016;28:86-95.
  56. Benediktsdottir B, Arnadottir TK, Gislason T, Cunningham J, Thorleifsdottir B. [Is Icelanders' sleep duration getting shorter? Review on sleep duration and sleeping habits]. **Laeknabladid** 2022;108(4):189-198.
  57. Wells JC, Hallal PC, Reichert FF, Menezes AM, Araújo CL, Victora CG. Sleep patterns and television viewing in relation to obesity and blood pressure: evidence from an adolescent Brazilian birth cohort. **Int J Obes (Lond)** 2008;32(7):1042-9.
  58. Fan R, Chen V, Xie Y, Yin L, Kim S, Albert PS, et al. A Functional Data Analysis Approach for Circadian Patterns of Activity of Teenage Girls. **J Circadian Rhythms** 2015;8;13:3.
  59. Arora T, Taheri S. Is sleep education an effective tool for sleep improvement and minimizing metabolic disturbance and obesity in adolescents? **Sleep Med Rev** 2017;36:3-12.
  60. Cetiner O, Yildirim G, Kalyoncu ZB. Social Jetlag Is Associated with the Frequency of Consumption of Sugar-Sweetened Beverages and a High BMI Percentile in Adolescents: Results of the Cross-Sectional Family Life, Activity, Sun, Health, and Eating (FLASHE) Study. **J Acad Nutr Diet** 2021;121(9):1721-1731.e1.
  61. Jain Gupta N, Khare A. Disruption in daily eating-fasting and activity-rest cycles in Indian adolescents attending school. **PLoS One** 2020;15(1):e0227002.
  62. Naja F, Hasan H, Khadem SH, Buanq MA, Al-Mulla HK, Aljassmi AK, et al. Adherence to the Mediterranean Diet and Its Association With Sleep Quality and Chronotype Among Youth: A Cross-Sectional Study. **Front Nutr** 2022;8:805955.
  63. Rogers VE, Zhu S, Mandrell BN, Ancoli-Israel S, Liu L, Hinds PS. Relationship between circadian activity rhythms and fatigue in hospitalized children with CNS cancers receiving high-dose chemotherapy. **Support Care Cancer** 2020;28(3):1459-1467.
  64. Pickering L, Main KM, Feldt-Rasmussen U, Klose M, Sehested A, Mathiasen R, Jennum P, et al. Brain tumours in children and adolescents may affect the circadian rhythm and quality of life. **Acta Paediatr** 2021;110(12):3376-3386.
  65. Rogers VE, Mowbray C, Rahmaty Z, Hinds PS. A Morning Bright Light Therapy Intervention to Improve Circadian Health in Adolescent Cancer Survivors: Methods and Preliminary Feasibility. **J Pediatr Oncol Nurs** 2021;38(2):70-81.
  66. Peersmann SHM, Grootenhuis MA, Van Straten A, Kerkhof GA, Tissing WJE, Abbink F, et al. Prevalence of Sleep Disorders, Risk Factors and Sleep Treatment Needs of Adolescents and Young Adult Childhood Cancer Patients in Follow-Up after Treatment. **Cancers (Basel)** 2022;14(4):926.
  67. Lundgren AM, Öhrn K, Jönsson B. Do adolescents who are night owls have a higher risk of dental caries? - a case-control study. **Int J Dent Hyg** 2016;14(3):220-5.
  68. McCall BP, Horwitz IB, Carr BS. Adolescent occupational injuries and workplace risks: an analysis of Oregon workers' compensation data 1990-1997. **J Adolesc Health** 2007;41(3):248-55.
  69. Onalapo OJ, Onalapo AY. Melatonin, adolescence, and the brain: An insight into the period-specific influences of a

- multifunctional signaling molecule. **Birth Defects Res** 2017;109(20):1659-1671.
70. Simon SL, Behn CD, Cree-Green M, Kaar JL, Pyle L, Hawkins SMM, et al. Too Late and Not Enough: School Year Sleep Duration, Timing, and Circadian Misalignment Are Associated with Reduced Insulin Sensitivity in Adolescents with Overweight/Obesity. **J Pediatr** 2019;205:257-264.e1
  71. Kansagra S. Sleep Disorders in Adolescents. **Pediatrics** 2020;145(Suppl 2):S204-S209.
  72. Rodríguez-Cortés FJ, Morales-Cané I, Rodríguez-Muñoz PM, Cappadona R, De Giorgi A, Manfredini R, et al. Individual Circadian Preference, Eating Disorders and Obesity in Children and Adolescents: A Dangerous Liaison? A Systematic Review and a Meta-Analysis. **Children (Basel)** 2022; 9(2):167.
  73. Pauwaert K, Dejonckheere S, Bruneel E, Van Der Jeugt J, Keersmaekers L, Roggeman S, et al. The effect of a multidisciplinary weight loss program on renal circadian rhythm in obese adolescents. **Eur J Pediatr** 2019;178(12):1849-1858.
  74. Rensen N, Steur LMH, Wijnen N, Van Someren EJW, Kaspers GJL, Van Litsenburg RRL. Actigraphic estimates of sleep and the sleep-wake rhythm, and 6-sulfatoxymelatonin levels in healthy Dutch children. **Chronobiol Int** 2020;37(5):660-672.
  75. Karan M, Bai S, Almeida DM, Irwin MR, McCreath H, Fuligni AJ. Sleep-Wake Timings in Adolescence: Chronotype Development and Associations with Adjustment. **J Youth Adolesc** 2021;50(4):628-640.
  76. Dolsen MR, Harvey AG. IL-6, sTNF-R2, and CRP in the context of sleep, circadian preference, and health in adolescents with eveningness chronotype: Cross-sectional and longitudinal treatment effects. **Psychoneuroendocrinology** 2021;129:105241.
  77. da Silveira KSR, Prado IM, Abreu LG, Serra-Negra JMC, Auad SM. Association among chronotype, dietary behaviours, and caries experience in Brazilian adolescents: Is there a behavioural pattern? **Int J Paediatr Dent** 2018;28(6):608-615.
  78. Julian M, Camart N, de Kernier N, Verliac JF. Enquête quantitative sur le sommeil d'adolescents tout-venant français : insomnie, anxiété-dépression et rythmes circadiens [Quantitative survey on French teenagers' sleep: Insomnia, anxiety-depression and circadian rhythms]. **Encephale** 2023;49(1):41-49.
  79. Frazier C. Working Around the Clock: The Association between Shift Work, Sleep Health, and Depressive Symptoms among Midlife Adults. **Soc Ment Health** 2023;13(2):97-110.
  80. Uccella S, Cordani R, Salfi F, Gorgoni M, Scarpelli S, Gemignani A, et al. Sleep Deprivation and Insomnia in Adolescence: Implications for Mental Health. **Brain Sci** 2023;13(4):569.
  81. Martins TO, Fernandes ACTV, Nunes RSM, Vieira EC. Relação do cronotipo nos níveis de ansiedade e consumo Máximo de oxigênio em jovens / Relation between chronotype on anxiety levels and maximum oxygen consumption in young people. *Rev. bras. ciênc. Mov* 2021; 29(1):1-12.
  82. Ozcelik M, Sahbaz C. Avaliação clínica dos domínios do ritmo biológico em pacientes com depressão maior. **Braz J Psiquiatria** [Internet] 2020;42(3):258-63.
  83. Mesquita ME, Finazzi ME, Gonçalves B, Fu-I L, Duarte LL, Lopes JR, et al. Activity/rest rhythm of depressed adolescents undergoing therapy: case studies. **Trends in Psychiatry and Psychotherapy** 2016; 38(4), 216-220.
  84. Gonçalves B, Castro J, Zanini MA, Bittencourt L, Gadelha A, Cunha GR, et al. Circadian rhythm disturbances and conversion to psychosis in ultra high-risk youth. **Braz J Psychiatry** 2016;38(2):178-9.

85. Andrade Carrillo R, Gómez Cano S, Palacio Ortiz JD, García Valencia J. Actigrafia em pacientes com transtorno bipolar e parentes de primeiro grau / Actigrafia em transtorno bipolar e parentes de primeiro grau. *Rev. colomb. Psiquiatr* 2015; 44(4): 230-236.
86. Lopez M, Aguilar MJ, Zabaletta V. Percepción de estrés escolar y ritmo circadiano de cortisol en el síndrome de Turner. *Temas psicol* 2014; 22 (2):529-538.
87. Benard V, Geoffroy PA, Bellivier F. Saisons, rythmes circadiens, sommeil et vulnérabilité aux conduites suicidaires [Seasons, circadian rhythms, sleep and suicidal behaviors vulnerability]. *Encephale* 2015;41(4 Suppl 1):S29-37.
88. Scott EM, Robillard R, Hermens DF, Naismith SL, Rogers NL, Ip TK, White D, Guastella A, Whitwell B, Smith KL, Hickie IB. Dysregulated sleep-wake cycles in young people are associated with emerging stages of major mental disorders. *Early Interv Psychiatry* 2016;10(1):63-70.
89. Jamieson D, Broadhouse KM, Lagopoulos J, Hermens DF. Investigating the links between adolescent sleep deprivation, fronto-limbic connectivity and the Onset of Mental Disorders: a review of the literature. *Sleep Med* 2020;66:61-67.
90. Waite F, Kabir T, Johns L, Mollison J, Tsiachristas A, Petit A, et al. Treating sleep problems in young people at ultra-high-risk of psychosis: study protocol for a single-blind parallel group randomised controlled feasibility trial (SleepWell). *BMJ Open* 2020;10(11):e045235.
91. Haraden DA, Mullin BC, Hankin BL. The relationship between depression and chronotype: A longitudinal assessment during childhood and adolescence. *Depress Anxiety* 2017;34(10):967-976.
92. Shirtcliff EA, Essex MJ. Concurrent and longitudinal associations of basal and diurnal cortisol with mental health symptoms in early adolescence. *Dev Psychobiol* 2008;50(7):690-703.
93. Van den Bergh BR, Van Calster B. Diurnal cortisol profiles and evening cortisol in post-pubertal adolescents scoring high on the Children's Depression Inventory. *Psychoneuroendocrinology* 2009;34(5):791-4.
94. Adam EK, Vrshek-Schallhorn S, Kendall AD, Mineka S, Zinbarg RE, Craske MG. Prospective associations between the cortisol awakening response and first onsets of anxiety disorders over a six-year follow-up--2013 Curt Richter Award Winner. *Psychoneuroendocrinology* 2014;44:47-59.
95. Sivertsen B, Harvey AG, Pallesen S, Hysing M. Mental health problems in adolescents with delayed sleep phase: results from a large population-based study in Norway. *J Sleep Res* 2015;24(1):11-8.
96. Mathew GM, Hale L, Chang AM. Sex Moderates Relationships Among School Night Sleep Duration, Social Jetlag, and Depressive Symptoms in Adolescents. *J Biol Rhythms* 2019;34(2):205-217.
97. Ojio Y, Kishi A, Sasaki T, Togo F. Association of depressive symptoms with habitual sleep duration and sleep timing in junior high school students. *Chronobiol Int* 2020;37(6):877-886.
98. Gradisar M, Kahn M, Micic G, Short M, Reynolds C, Orchard F, et al. Sleep's role in the development and resolution of adolescent depression. *Nat Rev Psychol* 2022;1(9):512-523.
99. Kim, KL, Weissman AB, Puzia ME, Cushman GK, Seymour KE, Wegbreit E, et al. Circadian Phase Preference in Pediatric Bipolar Disorder. *J Clin Med* 2014;3(1):255-66.
100. Hickie IB, Scott EM, Cross SP, Iorfino F, Davenport TA, Guastella AJ, et al. Right care, first time: a highly personalised and measurement-based care model to manage youth mental health. *Med J Aust* 2019;211 Suppl 9:S3-S46.

101. Schimitt RL, Zanetti T, Mayer M, Koplín C, Guarienti F, Hidalgo MP. Psychometric properties of Social Rhythm Metric in regular shift employees. **Braz J Psychiatry** [Internet] 2010;32(1):47-55.
102. Adam EK, Heissel JA, Zeiders KH, Richeson JA, Ross EC, Ehrlich KB, et al. Developmental histories of perceived racial discrimination and diurnal cortisol profiles in adulthood: A 20-year prospective study. **Psychoneuroendocrinology** 2015;62:279-91.
103. DeSantis AS, Adam EK, Doane LD, Mineka S, Zinbarg RE, Craske MG. Racial/ethnic differences in cortisol diurnal rhythms in a community sample of adolescents. **J Adolesc Health** 2007;41(1):3-13.
104. Dos Santos AT, Soares FC, Lima RA, Dos Santos SJ, Silva CRM, Bezerra J, et al. Violence and psychosocial stress: A 10-year time trend analysis. **J Affect Disord** 2021;295:116-122.