



## ARTIGO DE REVISÃO

# Mudanças climáticas e seu impacto no sono de crianças e adolescentes

Maria Cecília Lopes a,b,\*

<sup>a</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Instituto da Criança, Unidade de Polissonografia, São Paulo, SP, Brasil

<sup>b</sup> Universidade de São Paulo, Instituto e Departamento de Psiquiatria, Programa de Transtornos Afetivos da Infância e Adolescência (PRATA), São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 5 de outubro de 2024; aceito em 16 de outubro de 2024

### PALAVRAS-CHAVE

Mudanças climáticas;  
Sono;  
Efeito estufa;  
Pediatria

### Resumo

**Objetivo:** Esta revisão discute o impacto das mudanças climáticas no sono, ansiedade e alimentação na população pediátrica.

**Fonte de dados:** Trata-se de revisão não sistemática da literatura baseada em busca utilizando termos de PubMed e MeSH em títulos e resumos com as seguintes palavras-chave: mudanças climáticas, sono, efeito estufa, crianças, adolescentes.

**Síntese de dados:** Os eventos de mudanças climáticas estão associados à intervenção humana no ecossistema, tendo forte impacto nas funções cognitivas, na saúde física e mental, bem como no bem-estar subjetivo, principalmente em jovens. A mudança climática é causada pela atividade humana com mudanças na composição da atmosfera global causadas por emissões de gases, como o dióxido de carbono, que aumentam o efeito estufa. Esta revisão discute o impacto das mudanças climáticas no sono, ansiedade e alimentação na população pediátrica.

**Conclusões:** A detecção precoce de condições de vulnerabilidade, juntamente com estratégias de adaptação, é necessária para abordar os estressores climáticos com foco no sono saudável e na ecoansiedade. A pediatria tem papel importante a desempenhar na proteção do sono saudável em crianças.

0021-7557/© 2024 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome da Sociedade Brasileira de Pediatria. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Mudanças climáticas e sociedade

A mudança climática observada em todos os continentes é causada principalmente pelas emissões de gases de efeito estufa dos sistemas naturais e das atividades humanas.<sup>1</sup> O consumo doméstico de energia é responsável por cerca de 72% das emissões globais de gases de efeito estufa (com o restante prove-

niente de fontes públicas, não governamentais e empresariais).<sup>2,3</sup> Eventos recorrentes podem ser antecipados, caracterizando a capacidade adaptativa de cada espécie, fenômeno conhecido como “evolução”, que modula nossos sistemas temporais internos. Os eventos climáticos estão associados à maneira como nossa sociedade lida com a organização temporal, com impacto nas funções cognitivas e na saúde física e mental, bem como no bem-estar subjetivo.<sup>3</sup> As mudanças climáticas estão intimamente associadas à atividade humana com mudanças na composição da atmosfera global, causadas por

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.ped.2024.10.009>

\* Como citar este artigo: Lopes MC. Climate change and its impact on children and adolescents sleep. J Pediatr (Rio J). 2025;101:S40-S47.

E-mail: [ciisa.lopes@gmail.com](mailto:ciisa.lopes@gmail.com)

0021-7557/© 2024 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome da Sociedade Brasileira de Pediatria. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

emissões de gases, como o dióxido de carbono, que aumentam o efeito estufa. Esse fenômeno foi descrito por Joseph Fourier em 1824,<sup>4</sup> com o efeito “estufa” inicialmente descrito como essencial para nossa sobrevivência no planeta. Na década de 1820, ainda no início da Revolução Industrial, Fourier deu uma grande contribuição para abordar essa questão. Ele identificou um equilíbrio entre a quantidade de energia do Sol absorvida pela Terra e a quantidade de energia que a Terra reemite para o universo. De acordo com esse equilíbrio, a temperatura da Terra deveria ser muito mais baixa do que é. Fourier então especulou que a atmosfera retém calor para manter sua temperatura, funcionando como um cobertor ou estufa. Ele previu o efeito estufa, embora não lhe tenha dado esse nome. Sabe-se que a intensidade do efeito estufa está diretamente relacionada à composição química da atmosfera.<sup>5</sup> Aparentemente, a composição atual de nossa atmosfera é um produto da longa história evolutiva da vida na Terra, e os microrganismos provavelmente determinaram a composição básica da atmosfera desde a origem da vida. Assim, a simbiose é tal que a composição química da atmosfera promove as condições para a vida, e isso regula a composição química da atmosfera.<sup>6-8</sup>

A Revolução Industrial resultou na escala industrial de aumento da produção de dióxido de carbono, com aumento da produção de energia. Em 1896, o químico Svante Arrhenius descreveu a relação entre o aumento do dióxido de carbono e o aumento do efeito estufa.<sup>9</sup> Agora é bem compreendido que estamos gerando instabilidade climática que causa catástrofes climáticas, resultando em desastres extremos mais frequentes e intensos relacionados às mudanças climáticas naturais, como incêndios florestais, tempestades e inundações resultantes de calor extremo com aumento de temperatura e secas, e mudanças climáticas e ambientais que levam a tempo seco. Mudanças climáticas de longa duração são observadas em paisagens e ambientes físicos causadas pelo aumento do nível do mar e ecossistemas alterados induzidos pelo homem; são, portanto, atribuídas direta ou indiretamente à atividade humana, que altera a composição da atmosfera global, além da variabilidade climática natural observada em períodos de sazonalidade.

O clima vem mudando nas últimas décadas, afetando a saúde e o bem-estar de crianças em todo o mundo. Eventos relacionados às mudanças climáticas afetam a saúde e o bem-estar de crianças e adolescentes, incluindo saúde mental e física infantil, nutrição, segurança e proteção, oportunidades de aprendizado e cuidados e conexões familiares.<sup>10</sup> O sono e o clima estão relacionados à variável tempo. Nessa perspectiva, o tempo cronológico do sono é determinado por fatores circadianos que correspondem ao ciclo de rotação da Terra. O clima depende de fatores sazonais que interagem com as condições ambientais de acordo com o intervalo de tempo estudado. O clima também pode ser descrito como um padrão de longo prazo de condições climáticas em um local específico. Os elementos e fatores climáticos incluem radiação solar, temperatura, umidade, pressão, ventos, precipitação, topografia e correntes marítimas. O globo está mais quente, com intensas mudanças meteorológicas decorrentes de múltiplos fatores integrados. O clima também pode ser definido como um conjunto de tipos de clima que geram uma média para definir o clima da região, cujas mudanças nos sistemas meteorológicos resultam de correntes marítimas e correntes de vento, com eventos extremos que alteram a definição de tempo e clima, modificando outros fatores como temperatura, pressão, massa de ar, padrões de precipitação, latitude, altitude, vegetação e relevo. Os even-

tos climáticos afetam principalmente indivíduos com vulnerabilidade social e física e diferenças de gênero, refletindo a desigualdade e as disparidades sociais. A Pediatria desempenha papel fundamental na conscientização sobre novos comportamentos e modelos mais sustentáveis.

## Eventos climáticos e sono pediátrico

Mudanças no clima levam a mudanças na percepção do sono, com consequências agudas e crônicas para o sono em todas as faixas etárias. O sono é um estado comportamental reversível de percepção ambiental com aparente não responsividade seguida de vigília, caracterizando a excitabilidade.<sup>11</sup> Desde o período de início do sono até o despertar, observa-se instabilidade do sono, que é resultado de mecanismos de manutenção do sono que atuam de maneira contrária às forças que promovem o despertar.<sup>12</sup> O sono é necessário para restaurar os processos de vigília, influenciando a atividade cognitiva e as emoções, atuando no bem-estar físico e mental em todas as faixas etárias.<sup>11</sup>

As mudanças climáticas geram eventos que promovem mudanças na percepção do sono, bem como aumentam os distúrbios do mesmo,<sup>10</sup> modificando o sono da população pediátrica. O sono em pediatria é considerado vital para o desenvolvimento,<sup>13</sup> e é essencial para proteger as atividades cognitivas e restaurar as atividades sinápticas.

Está bem estabelecido que o sono é de fundamental importância para a saúde e o bem-estar, incluindo a consolidação da memória,<sup>14</sup> regulando o sistema imunológico<sup>15</sup> e restaurando os níveis de energia.<sup>16</sup> Resultados adversos à saúde, como diabetes e câncer, têm sido associados a distúrbios do sono e má qualidade do sono.<sup>17-19</sup>

O sono é um período de descanso do corpo associado a atividades cerebrais que mudam de acordo com a faixa etária. Muitas vezes existem vários indivíduos de diferentes faixas etárias em um determinado ambiente familiar, cada um com suas particularidades, definindo um cenário denominado ecologia do sono, no qual crianças, pais, irmãos e avós coabitam no mesmo ambiente.<sup>12</sup> O sono deve ser estudado e observado em todas as faixas etárias, o que aumenta os desafios para as famílias que vivenciam eventos causados pelas mudanças climáticas. A associação da duração do sono com a saúde é complexa, uma vez que tanto a duração do sono curta (geralmente definida como  $\leq 5$  ou  $< 6$  horas) quanto a longa (geralmente definida como  $\geq 9$  horas) foram associadas a resultados adversos à saúde.<sup>17</sup> Embora as medidas de duração do sono sejam relativamente diretas, o conceito de qualidade do sono é mais complexo, assim como o conceito de instabilidade do sono. Reconhece-se que os eventos climáticos modificam a qualidade do sono, e esse tópico será abordado nesta revisão de pesquisas sobre adaptação do sono em relação aos novos paradigmas climáticos que enfrentaremos nos próximos anos.<sup>10,20</sup>

## Mudanças ontogenéticas no sono

O sono muda ao longo do crescimento e desenvolvimento infantil. Do período neonatal até os 6 meses, o sono pode ser caracterizado como uma manifestação do desenvolvimento de ritmos cerebrais. A partir dos 6 meses, os padrões de onda continuam a mudar de acordo com a maturação cerebral, intimamente ligada ao desenvolvimento do sono delta, que está associado à expressão sináptica. O pico do desenvolvimento do

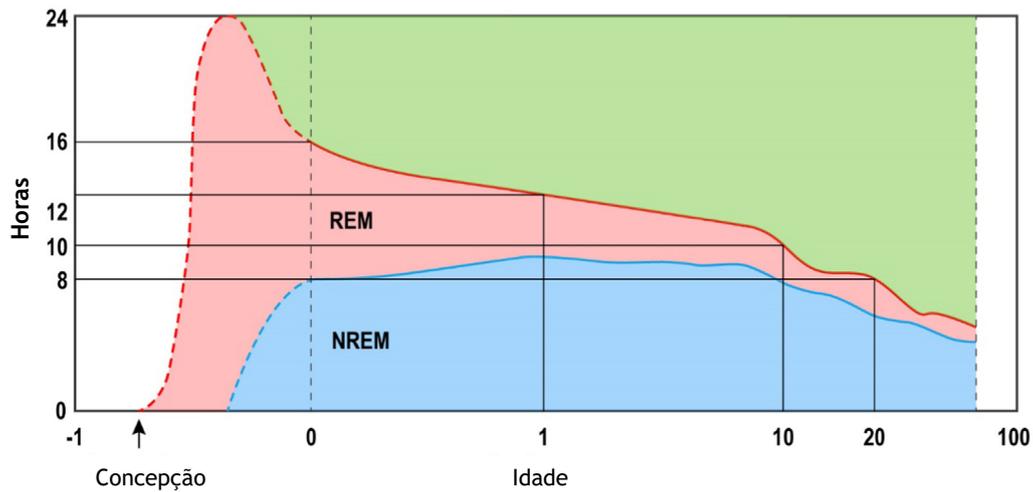


Figura 1 Expressão do sono delta e do sono REM de acordo com o desenvolvimento puberal.<sup>12,22</sup>

sono delta é por volta dos 10 anos,<sup>21</sup> quando ocorre o estirão de crescimento puberal, bem como quando ocorre uma diminuição dos neurônios e consequente diminuição das interações sinápticas. O sono REM, por sua vez, não apresenta alterações quantitativas na adolescência. A expressão do sono delta e do sono REM, de acordo com o desenvolvimento da puberdade, é mostrada na figura 1.<sup>22</sup> A análise subjetiva e objetiva do sono contribui para melhor compreensão do sono saudável e será ferramenta importante para a promoção da saúde de crianças e adolescentes afetados pelas mudanças climáticas.

### Sono em pediatria: a via protetora para o neurodesenvolvimento

Segundo Nathaniel Kleitman,<sup>21</sup> nosso estado basal é, em parte, um produto do sono, e acordamos para nos alimentar, procriar e manter nossa atividade cerebral em contato com o ambiente externo e nosso ambiente interno, ou melhor, com nossos fatores endógenos. A primeira hora de vida é marcada pela busca pelo aleitamento materno; a alimentação é nosso primeiro marca-passo da vida extrauterina no contato pele a pele.<sup>23</sup> Buscamos alimento independentemente da maturidade do sistema visual. Como os pássaros que cantam como reflexo de sobrevivência imediato, a busca por comida é um reflexo e instinto de sobrevivência que apoia nosso processo de desenvolvimento. O marcapasso cronobiológico do sono em recém-nascidos ainda é imaturo, observando-se sono polifásico, com vários ciclos em 24 horas, geralmente iniciando-se com o sono REM (do inglês, rapid eye movement, ou movimento rápido dos olhos), intimamente ligado ao sistema límbico, modulado pelo sistema reticular ascendente localizado no tronco encefálico e núcleos pontinos também localizados no tronco encefálico.<sup>22</sup> Os bebês passam por diferentes fases do sono com sono ativo (sono REM) e sono calmo (sono não REM; sono NREM), que correspondem ao sono profundo, composto por ondas lentas, com um componente reparador associado à plasticidade sináptica.<sup>24</sup> Durante os primeiros meses de vida, essa modulação pode estar associada ao desenvolvimento motor, que demonstrou relação entre sono e atraso motor apenas no primeiro ano de vida em prematuros extremos,<sup>25</sup> indicando

um alvo de intervenção para proteger o neurodesenvolvimento. Nos primeiros meses de vida, o sono REM diminui e o sono de ondas lentas aumenta, atingindo o pico aos 10 anos, preparando-se para a poda sináptica durante a puberdade, que também está associada à especialização hemisférica da tomada de decisões, sensações e emoções. Crianças são pessoas matutinas - isto é, vão para a cama cedo e tendem a acordar cedo. Quando uma criança não está dormindo cedo, existem fatores ambientais que devem ser modificados para promover um sono saudável.

### O sono e sua íntima relação com o clima

Os dados sobre a temperatura são claros: observamos aumento contínuo da temperatura acima da média pré-industrial de 1850-1900; no Canadá, por exemplo, houve aumento de 1,7°C desde 1948.<sup>2</sup> Ondas de calor, calor extremo e mudanças climáticas<sup>8</sup> estão associados a condições climáticas extremas. A redução de emissões de gases tornou-se necessária, assim como a remoção do dióxido de carbono e a restauração de florestas em biomas ao redor do mundo. A temperatura global aumentará 1,5°C até o final deste século e, sem o controle adequado, poderá aumentar 3°C ou 4°C.<sup>9</sup> A duração do sono diminuirá à medida que as temperaturas aumentarem. O sono insuficiente, por sua vez, altera o desempenho cognitivo, reduz a produtividade, compromete a função imunológica, prejudica a saúde cardiovascular, aumenta a depressão, a ira e o comportamento suicida.<sup>26</sup> Portanto, a compreensão da fisiologia do sono será essencial para intervenções pediátricas em resposta às alterações do sono causadas pelo aquecimento global.

A origem do sono está inter-relacionada com a origem da vida. O estado de repouso que segue o estado ativo está presente em várias espécies e é um mecanismo importante para reparar e restaurar o metabolismo celular. O sistema linfático filtra as impurezas que podem causar processos inflamatórios prejudiciais no cérebro. O sono é uma jornada maravilhosa, e o que o torna ainda mais extraordinário é um fato simples: nunca sabemos que estamos realmente dormindo ou quando estamos dormindo. É impossível ter conhecimento consciente e experi-

**Tabela 1** Hábitos para melhorar a saúde do sono

- Mantenha horários de dormir e acordar relativamente consistentes. Mudanças nos hábitos de sono, como ir para a cama mais tarde nos fins de semana, podem atrapalhar o sono.
- Durma apenas o necessário. Ficar acordado e deitado na cama por longos períodos não melhora a qualidade do seu sono.
- O quarto não deve ser usado para trabalhar, estudar ou comer.
- Pessoas com insônia devem evitar ler (principalmente na tela do computador ou do telefone) e assistir à televisão imediatamente antes de ir para a cama.
- Não tire uma soneca durante o dia sem receita médica.
- O exercício físico deve ser feito no máximo 4 a 6 horas antes de ir para a cama.
- Relaxe o corpo e a mente 60 a 90 minutos antes de ir para a cama. Nunca tente resolver problemas antes de dormir.
- Não beba café, chá preto, chocolate ou qualquer bebida estimulante após as 17 horas.
- Embora as bebidas alcoólicas ajudem a relaxar, elas podem atrapalhar a qualidade do seu sono. As pessoas que roncam devem evitá-las, pois podem piorar o ronco e as pausas respiratórias, como resultado do relaxamento causado pelo álcool nos músculos respiratórios.
- Não fume antes de ir para a cama, pois a nicotina causa insônia e sono não restaurador.
- Evite comer antes de dormir, faça uma refeição mais leve na hora do jantar. Equilibre isso fazendo uma refeição mais pesada no café da manhã ou almoço.
- O calor e o frio excessivos afetam significativamente o sono, portanto, mantenha o quarto em uma temperatura agradável. A temperatura do quarto é melhor a 19°C; caso contrário, 20-25°C; a temperatura interna > 25°C não é recomendada para dormir.<sup>31</sup>
- O ruído pode causar sono de má qualidade. Modifique seu quarto para evitar ruídos desnecessários.

mental da fase do sono sem sonhos. Além disso, temos grande dificuldade em monitorar o momento exato em que estamos dormindo sem a ajuda de procedimentos neurofisiológicos. Em certos momentos durante o sono, o cérebro parece estar mais ativo do que na vigília, consumindo grandes quantidades de glicose e oxigênio, enquanto os neurônios disparam rapidamente. Enquanto dormimos, nossa mente assume uma consciência diferente e vive em um mundo tão complexo quanto o mundo em que vivemos quando estamos acordados.

Dormir o suficiente é essencial para memorização eficaz, tomada de decisão e desempenho acadêmico e atlético. A aprendizagem é uma atividade cognitiva resultante da consolidação da memória, e o sono é de fundamental importância nesse processo de formatação de memórias. Esse processo de memorização é afetado por mecanismos adaptativos que parecem ser determinados por fenótipos circadianos que são tendências naturais geneticamente estabelecidas que promovem melhor o sono e evitam danos fisiológicos da privação do sono. Esse processo de memorização durante o sono é afetado por diferenças fenotípicas individuais e uma série de fatores ambientais, como hábitos alimentares e envolvimento em tarefas complexas de aprendizado antes de dormir. Eventos cíclicos ocorrem durante o sono; são observados o sono NREM e o sono REM, este último com atividade semelhante à vigília, mas com atonia muscular. O sono REM está associado a sonhos que influenciam os processos de memória, e os processos no sono NREM associados à neuroplasticidade sináptica são reconhecidos. A presença de ativação sináptica pode ser responsável por permitir o registro de processos que viabilizam a consolidação da memória durante o sono.<sup>12</sup>

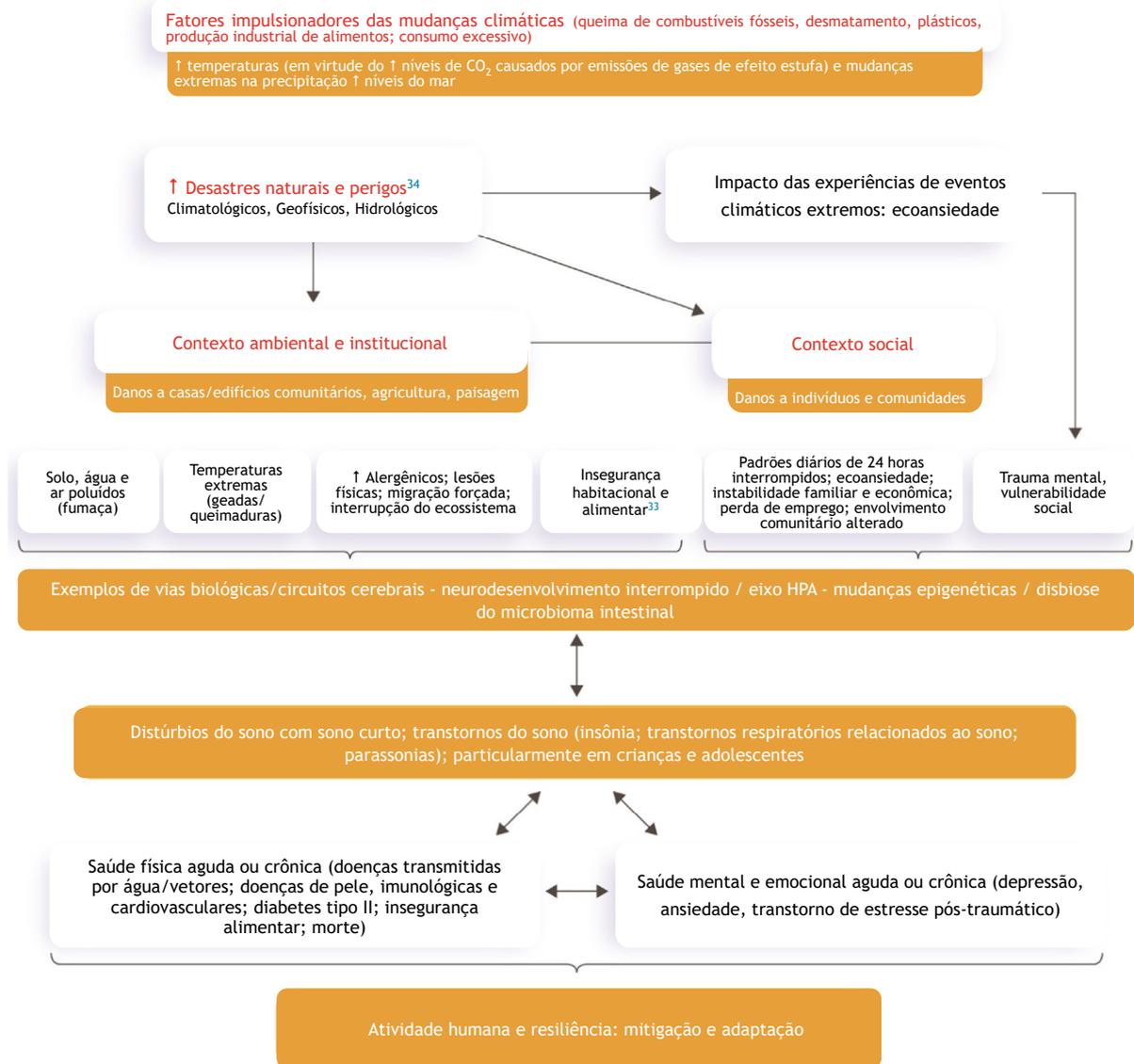
Com o aumento das temperaturas, são esperadas mudanças nas proteínas que regulam o balanço energético celular e alterações nas cascatas de transdução de sinal sensíveis à temperatura,<sup>27</sup> e o íon sensível à temperatura pode mudar em virtude de respostas fisiológicas a extremos térmicos.<sup>8</sup> Os organismos vivos podem exibir plasticidade em resposta ao calor, reprimindo a expressão gênica e aumentando a fluidez da membrana.<sup>28,29</sup> Em outras palavras, uma extensa adaptação fisiológica será necessá-

ria para manter a estabilidade da membrana em resposta a ondas de calor cada vez mais frequentes. Sem dúvida, as mudanças climáticas irão modular o comportamento, com mudanças também no humor em virtude da redução do tempo de sono. Os transtornos de humor são comuns e afetam mais de 120 milhões de pessoas em todo o mundo, com comprometimento físico, mental, social e econômico. O impacto dos transtornos de humor na sociedade inclui tendências suicidas, um processo que pode ser modulado pelo sono.<sup>30</sup> Além disso, reconhecer precocemente as condições de vulnerabilidade social torna-se essencial para abordar a saúde mental na infância e adolescência, em que o sono é essencial, com fácil detecção de distúrbios do sono e uma abordagem terapêutica ampla e eficaz. Nos eventos climáticos, o sono é um dos fatores mais afetados. A Pediatria precisa estar preparada para realizar intervenções imediatas, com a aplicação de medidas de higiene do sono (tabela 1)<sup>31</sup> e estratégias para facilitar um sono mais estável e de maior duração possível.

### Distúrbios climáticos, do sono, da ansiedade e do humor

A ansiedade em relação às mudanças climáticas pode ser descrita como um sentimento vago e desagradável de medo, apreensão, caracterizado por tensão ou desconforto derivado da antecipação do perigo, algo desconhecido ou estranho sobre as questões relacionadas ao clima.<sup>32</sup> Entretanto, ao contrário dos adultos, as crianças podem não reconhecer seus medos como exagerados ou irracionais; foi relatado que crianças e adolescentes podem experimentar ecoansiedade e respostas afetivas negativas em resposta à conscientização sobre as mudanças climáticas, incluindo depressão, ansiedade e emoções extremas, como tristeza, raiva e medo.<sup>33</sup> Claramente, existe uma relação entre mudança climática, ansiedade e diminuição do tempo de sono (fig. 2).<sup>34,35</sup>

A projeção de sono insuficiente, quando associada a mudanças na temperatura noturna, e o impacto do aquecimento ambiental no sono insuficiente são observados cumulativamente e



**Figura 2** Relação entre sono, ansiedade e mudanças climáticas de acordo com Gaston et al.<sup>34</sup> e Helldén et al.<sup>35</sup>

no sono curto atribuído à temperatura em todos os países. De acordo com a literatura sobre impactos climáticos e concentrações crescentes de gases de efeito estufa atmosféricos e atrelada a projeções de temperatura, há uma perda anual excessiva de sono individual decorrente de altas temperaturas noturnas, reduzindo em média 44 horas de sono por pessoa anualmente.<sup>26</sup> Isso pode ter forte relação com a hereditariedade, ilustrada por várias pessoas da mesma família que experimentam ansiedade sobre as mudanças climáticas e seus impactos. Em experimentos em adultos em que as temperaturas ambientais foram reduzidas, houve aumento anual de 11 noites adicionais de sono.<sup>26</sup> A perda total anual de sono decorrente do aquecimento das temperaturas noturnas pode aumentar de maneira constante até meados do século, com as perdas anuais se tornando significativamente maiores até 2099, em um cenário de aumento dos gases de efeito estufa. Esse fenômeno, identificado como “erosão do sono” em virtude de problemas climáticos associados ao aumento das

temperaturas, terá impacto crescente no sono pelo número de noites curtas de sono atribuídas ao aumento das temperaturas. Tais perspectivas aumentam a ansiedade sobre os eventos climáticos e destacam a necessidade de mais estudos sobre proteção e manutenção do sono.<sup>26</sup>

### Privação de sono devido aos efeitos das mudanças climáticas

As crianças são vulneráveis ao impacto na saúde de desastres associados a eventos climáticos, com maior sensibilidade à poluição e aumento do risco de abuso físico e sexual em abrigos decorrentes da migração (fig. 3).<sup>10</sup> Essa vulnerabilidade está associada ao brincar livre, à exposição a poluentes levando à hiper-reatividade brônquica, a alterações no desenvolvimento que prejudicam o aumento de peso e altura, a maiores necessidades energéticas de

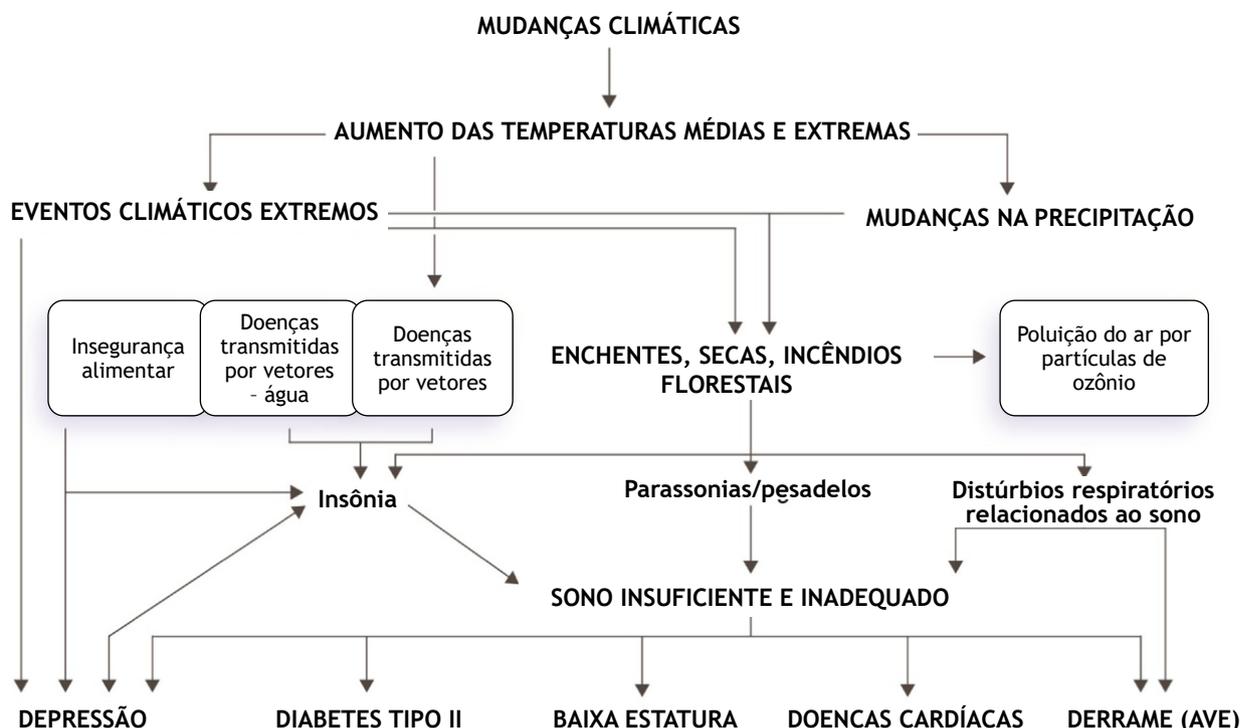


Figura 3 Relação entre mudanças climáticas e distúrbios do sono de acordo com Rifkin et al.<sup>10</sup>

alimentos do que em adultos em virtude da necessidade de maior ingestão alimentar por unidade de peso corporal, sensibilidade a traumas que podem afetar o sono na infância<sup>33</sup> e aumento dos fatores de risco para distúrbios de saúde física e mental que se iniciam na infância e pioram na idade adulta.<sup>36,37</sup> Portanto, é necessária avaliação pediátrica de rotina do trauma relacionado às mudanças climáticas como experiência adversa ou traumática na infância, bem como maior atenção ao impacto das mudanças climáticas na saúde do sono ao longo da vida.<sup>33</sup>

### Mudanças climáticas, alimentação saudável e padrões de sono

A alimentação e o sono saudáveis são fatores determinantes na qualidade de vida de nossos pacientes pediátricos. Os eventos climáticos reduzem a duração do sono, aumentam os distúrbios do sono e levam à redução do suprimento de alimentos necessários para o pleno crescimento e desenvolvimento na infância e adolescência. Compreender a estreita relação entre a alimentação e o sono pode ser uma estratégia de suporte em eventos climáticos que afetam a distribuição de alimentos.

Os padrões de sono melhoram após o consumo de triptofano, um aminoácido precursor da serotonina presente em alimentos como o leite. Do mesmo modo, a depleção de triptofano demonstrou reduzir a qualidade do sono. Esse mecanismo gira em torno do triptofano competindo com outros aminoácidos neutros importantes (p. ex., valina, leucina, isoleucina, tirosina e fenilalanina) para atravessar a barreira hematoencefálica, onde é convertido em serotonina, o precursor do “hormônio noturno” (a melatonina), liberado pela luz ambiente reduzida. Podemos nos perguntar: se um bebê não for alimentado adequadamente, ele terá alguma dificuldade para dormir? A questão pode ser entendida da perspectiva oposta: se um bebê for alimentado excessivamente à noite, há risco de broncoaspiração, refluxo gastroesofá-

gico e aumento dos despertares noturnos. A alergia à proteína do leite é uma das causas de insônia em bebês. A redução do período de alimentação noturna é uma abordagem dietética bem tolerada para a restrição calórica, e seria interessante avaliar seus efeitos em longo prazo no sono de crianças e adolescentes. Esses efeitos sugerem que a nutrição afeta a saúde não apenas pela quantidade ou qualidade da ingestão, mas também pelo momento do consumo de alimentos de acordo com o ciclo circadiano.

De maneira mais ampla, seria interessante monitorar e comparar outros comportamentos e marcadores de saúde, como qualidade do sono ou atividade física com horários alimentares, de acordo com o ciclo circadiano individual. De fato, os smartphones podem ajudar no monitoramento para fornecer informações detalhadas sobre os comportamentos de estilo de vida de acordo com o relógio circadiano. Rotinas alimentares e de sono consistentes são essenciais. A higiene do sono, a alimentação seguindo rotinas bem estabelecidas e a atividade física são excelentes estratégias para manter um sono saudável (tabela 1). Fatores homeostáticos, fatores circadianos e condições que geram hiperexcitabilidade estão associados ao tempo de tela e às atividades realizadas à noite. A psicoeducação sobre hábitos e estilo de vida incentiva padrões de sono saudáveis para toda a família. Alimentos antioxidantes são recomendados, assim como probióticos e prebióticos. O consumo excessivo de açúcar e alimentos ultraprocessados deve ser evitado, pois causam processos inflamatórios no intestino, afetando a saúde mental por meio do eixo cérebro-intestinal. Certos alimentos promovem a neuromodulação por meio da expressão da colecistocinina (um dos primeiros peptídeos gastrintestinais, atuando como neuromodulador e centro de sinalização do eixo cérebro-intestino, mediando a emoção, a digestão e a regulação da memória). Melhorar o sono e a nutrição leva ao pleno funcionamento do hipocampo com efeito positivo na memória e na expressão das emoções.<sup>38</sup> Considerando as repercussões em Pediatria em virtude de eventos climáticos, é imperativo avaliar os hábitos alimentares associados à higiene do sono.

## Considerações finais

O objetivo principal deste artigo é identificar a relação direta entre as mudanças climáticas e o sono das crianças. Os eventos climáticos alteram o sono, a saúde mental e os hábitos alimentares em pacientes pediátricos. A decisão de reduzir as emissões de carbono decorrentes do abastecimento doméstico está correlacionada ao comportamento de consumo das famílias, expresso de acordo com as condições financeiras ou físicas. O consumo domiciliar inclui todas as áreas de consumo pessoal em moradia, mobilidade, alimentação e outros consumos (como roupas, móveis, eletrônicos) que dependem da tomada de decisão em relação às mudanças comportamentais que podem afetar o sono em crianças,<sup>29</sup> bem como a necessidade de proteger o sono, com cuidados relacionados aos estímulos antes de dormir e cuidados com o ambiente de sono.

A regulamentação é necessária para mitigar as mudanças climáticas e investir na prevenção para evitar eventos climáticos extremos. A mitigação das mudanças climáticas precisará ser o foco principal, mas também teremos uma crise migratória e a necessidade de preparar as cidades costeiras para os impactos na economia, na saúde mental e no sono resultantes de eventos climáticos extremos. Esforços individuais e coletivos são essenciais, juntamente com compromissos governamentais e organizacionais para dissociar o bem-estar econômico do aumento das emissões, com informações sobre mitigação e adaptação climática, incentivando e apoiando as famílias a se tornarem agentes ativos da descarbonização.<sup>39</sup>

O monitoramento dos efeitos das mudanças climáticas deve ser universal, especialmente em populações pediátricas, levando em consideração a diversidade de status socioeconômico, questões raciais/étnicas e diferenças de gênero, com foco no papel do sono em eventos relacionados às mudanças climáticas na saúde física e mental ao longo da vida. Esses esforços aumentarão a capacidade de incorporar o sono saudável nas estratégias de adaptação, mitigação e resiliência às mudanças climáticas. A abordagem do sono pediátrico deve ser incluída nos programas pós-desastre, com indicações adequadas para tratamento, recuperação e alocação de recursos. A detecção precoce de condições de vulnerabilidade pode apontar estratégias de adaptação, como ar-condicionado, programas de segurança energética, manutenção de boa hidratação e programação psicoeducativa. Treinar profissionais da saúde para lidar com estressores climáticos com foco no sono saudável e abordar a ecoansiedade é fundamental. O mundo precisa de ajuda, e a Pediatria tem papel importante a desempenhar na proteção do sono saudável em crianças.

## Suporte financeiro

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de financiamento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

## Conflitos de interesse

O autor declara não haver conflitos de interesse.

## Editor

D. Solé

## Referências

- Powell RA, Rao M. Balancing climate anxiety with hope: learning from collective climate activism. *BMJ*. 2023;383:2316.
- Hebbert C, Gosselin P, Chen K, Chen H, Cakmak S, MacDonald M, et al. Future temperature-related excess mortality under climate change and population aging scenarios in Canada. *Can J Public Health*. 2023;114:726-36.
- Hertwich EG, Peters GP. Carbon footprint of nations: a global, trade-linked analysis. *Sci Technol*. 2009;43:6414-20.
- Fourier JA. Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires / Résumé théorique des propriétés de la chaleur rayonnante. *Ann Chim Phys*. 1824;27:136-67 and 236-81.
- Fumia HF, da Silva SL. Fourier revisited: a simplified model for the greenhouse effect. *Rev Bras Ensino Fís [Internet]*. 2022;44:e20210103.
- Kasting JF, Siefert JL. Life and the evolution of Earth's atmosphere. *Science*. 2002;296:1066-8.
- Junges AL, Santos VY, Massoni NT. Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. *Experiências Ens Ciências*. 2018;13.
- Stillman JH. Heat Waves, the New Normal: Summertime Temperature Extremes Will Impact Animals, Ecosystems, and Human Communities. *Physiology (Bethesda)*. 2019;34:86-100.
- Anderson TR, Hawkins E, Jones PD. CO<sub>2</sub>, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models. *Endeavour*. 2016;40:178-87.
- Rifkin DI, Long MW, Perry MJ. Climate change and sleep: A systematic review of the literature and conceptual framework. *Sleep Med Rev*. 2018;42:3-9.
- Kryger MH, Roth T, Dement WC. Principles and Practice of Sleep Medicine. 5th ed. Saunders/Elsevier; 2011. Accessed November 21, 2024. <http://www.clinicalkey.com/dura/browse/bookChapter/3-s2.0-C20090598753>
- Lopes MC, Alves RC, Nunes ML. Sonos dos adolescentes. São Paulo: Atheneu; 2023. 124p.
- Kohyama J. Sleep as a window on the developing brain. *Curr Probl Pediatr*. 1998;28:69-92.
- Gais S, Lucas B, Born J. Sleep after learning aids memory recall. *Learn Mem*. 2006;13:259e62.
- Irwin MR. Why sleep is important for health: a psychoneuroimmunology perspective. *Annu Rev Psychol*. 2015;66:143e72.
- Akerstedt T, Nilsson PM. Sleep as restitution: an introduction. *J Intern Med*. 2003;254:6e12.
- Mullington JM, Haack M, Toth M, Serrador JM, Meier-Ewert HK. Cardiovascular, inflammatory, and metabolic consequences of sleep deprivation. *Prog Cardiovasc Dis*. 2009;51:294e302.
- Chien K-L, Chen P-C, Hsu H-C, Su T-C, Sung F-C, Chen M-F, et al. Habitual sleep duration and insomnia and the risk of cardiovascular events and all cause death: report from a community-based cohort. *Sleep*. 2010;33:177e84.
- Kripke DF, Garfinkel L, Wingard DL, Klauber MR, Marler MR. Mortality associated with sleep duration and insomnia. *Arch Gen Psychiatry*. 2002;59:131e6.
- Christensen DS, Zachariae R, Amidi A, Wu LM. Sleep and allostatic load: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 2022;64:101650.
- Kleitman N. Sleep and Wakefulness. Chicago: University of Chicago Press; 1987. 552 p.

22. Roffwarg HP, Muzio JN, Dement WC. Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle. *Science*. 1966;152:604-19.
23. Saco MC. Skin to skin contact and breastfeeding in the first hour of life and its influence on breastfeeding. 2015. 91f. (Master's dissertation). Escola Paulista de Enfermagem, Federal University of São Paulo. São Paulo: 2015. doi: 10.1590/1980-265x-tce-2018-0260
24. Timofeev I, Chauvette S. Sleep slow oscillation and plasticity. *Curr Opin Neurobiol*. 2017;44:116-26.
25. Manacero S, Nunes ML. Longitudinal study of sleep behavior and motor development in low-birth-weight preterm children from infancy to preschool years. *J Pediatr (Rio J)*. 2021;97:44-51.
26. Minor K, Bjerre-Nielsen A, Jonasdottir S, Sune Lehmann S, Nick Obradovich N. Rising temperatures erode human sleep globally. *One Earth*. 2022;5:534-49.
27. Jost JA, Keshwani SS, Abou-Hanna JJ. Activation of AMP-activated protein kinase in response to temperature elevation shows seasonal variation in the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2015;182:75-83.
28. Somero GN, Lockwood BL, Tomanek L. *Biochemical Adaptation: Response to Environmental Challenges from Life's Origins to the Anthropocene*. Sunderland: Sinauer Associates; 2017, p. 572.
29. Hiremath SS, Sajeevan RS, Nataraja KN, Chaturvedi AK, Chinusamy V, Pal M. Silencing of fatty acid desaturase (FAD7) gene enhances membrane stability and photosynthetic efficiency under heat stress in tobacco (*Nicotiana benthamiana*). *Indian J Exp Biol*. 2017;55:532-41.
30. Lopes MC, Boronat AC, Wang YP, Fu-I L. Sleep Complaints as Risk Factor for Suicidal Behavior in Severely Depressed Children and Adolescents. *CNS Neurosci Ther*. 2016;22:915-20.
31. Lomas KJ, Li M. An overheating criterion for bedrooms in temperate climates: derivation and application. *Build Serv Engineer Research and Technology*. 2023;44:485-517.
32. Coffey Y, Bhullar N, Durkin J, Islam MS, Usher K. Understanding eco-anxiety: A systematic scoping review of current literature and identified knowledge gaps. *J Clim Change Health*. 2021;3:100047.
33. Léger-Goodes T, Malboeuf-Hurtubise C, Mastine T, Généreux M, Paradis PO, Camden C. Eco-anxiety in children: A scoping review of the mental health impacts of the awareness of climate change. *Front Psychol*. 2022;13:872544.
34. Gaston SA, Singh R, Jackson CL. The need to study the role of sleep in climate change adaptation, mitigation, and resiliency strategies across the life course. *Sleep*. 2023;46:zsad070.
35. Helldén D, Andersson C, Nilsson M, Ebi KL, Friberg P, Alfvén T. Climate change and child health: a scoping review and an expanded conceptual framework. *Lancet Planet Health*. 2021;5:e164-e175.
36. Kajeepeta S, Gelaye B, Jackson CL, Williams MA. Adverse childhood experiences are associated with adult sleep disorders: a systematic review. *Sleep Med*. 2015;16:320-30.
37. Vadukapuram R, Shah K, Ashraf S, Srinivas S, Elshokiry AB, Trivedi C, et al. Adverse Childhood Experiences and Their Impact on Sleep in Adults: A Systematic Review. *J Nerv Ment Dis*. 2022;210:397-410.
38. Binks H, Vincent G, Gupta C, Irwin C, Khalesi S. Effects of Diet on Sleep: A Narrative Review. *Nutrients*. 2020;12:936.
39. Dubois G, Sovacool B, Aall C, Nilsson M, Barbier C, Herrmann A, et al. It Starts at Home? Climate Policies Targeting Household Consumption and Behavioral Decisions Are Key to Low-Carbon Futures. *Energy Res Social Sci*. 2019;52:144-58.