

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DO BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA
LABORATÓRIO DE CRONOBIOLOGIA E COMPORTAMENTO

SABINNE DANIELLE GALINA

RELAÇÃO ENTRE EXPOSIÇÃO À LUZ PELA MANHÃ, CICLO SONO-VIGÍLIA
E ATENÇÃO EM ADOLESCENTES DE NATAL/RN

Tese apresentada à Universidade
Federal do Rio Grande do Norte, para
obtenção do título de Doutor em
Psicobiologia.

Natal

2022

SABINNE DANIELLE GALINA

RELAÇÃO ENTRE EXPOSIÇÃO À LUZ PELA MANHÃ, CICLO SONO-VIGÍLIA
E ATENÇÃO EM ADOLESCENTES DE NATAL/RN

Tese apresentada à Universidade
Federal do Rio Grande do Norte, para
obtenção do título de Doutor em
Psicobiologia.

Orientadora: Profa. Dra. Carolina
Virginia Macêdo de Azevedo

Coorientador: Prof. Dr. Pablo Valdez

Natal

2022

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Leopoldo Nelson - -Centro de Biociências - CB

Galina, Sabinne Danielle.

Relação entre exposição à luz pela manhã, ciclo sono-vigília e atenção em adolescentes de Natal/RN / Sabinne Danielle Galina. - 2022.

143 f.: il.

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Programa de Pós-graduação em Psicobiologia. Natal/RN, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Carolina Virginia Macêdo de Azevedo.
Coorientador: : Prof. Dr. Pablo Valdez.

1. Padrão temporal de sono - Tese. 2. Luz - Tese. 3. Intensidade luminosa - Tese. 4. Horários escolares - Tese. 5. Atenção - Tese. I. Azevedo, Carolina Virginia Macêdo de. II. Valdez, Pablo. III. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. IV. Título.

RN/UF/BSCB

CDU 613.79

Título:

RELAÇÃO ENTRE EXPOSIÇÃO À LUZ PELA MANHÃ, CICLO SONO-VIGÍLIA E ATENÇÃO EM ADOLESCENTES DE NATAL/RN

Autora:

SABINNE DANIELLE GALINA

Data da defesa:

19/04/2022

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fernando Mazzilli Louzada
Universidade Federal do Paraná, PR

Dra. Rúbia Aparecida Pereira de Carvalho Mendes
Universidade de São Paulo, SP

Profa. Dra. Jane Carla de Souza
Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi, RN

Prof. Dr. Mario André Leocadio-Miguel
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN

Profa. Dra. Carolina Virginia Macêdo de Azevedo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN

*“A razão é o passo,
o crescimento da ciência o caminho,
e o benefício da humanidade é o fim.”*

Thomas Hobbes em ‘Leviatã’, 1651.

AGRADECIMENTOS

A minha família: minha mãe, minha irmã e minha madrinha, que entenderam a importância deste trabalho, e tiveram paciência comigo, me incentivando e dando forças em toda essa jornada, mesmo que muitas vezes não entendessem realmente o que acontecia. Agradeço ainda a meu pai, que mesmo não estando mais neste plano de existência, permanece em meu coração e me acompanha em todos os momentos.

A professora Dra. Carolina Azevedo, *Carol*, minha orientadora, e um modelo de profissional e de ser humano. Obrigada pela paciência, pelo respeito, pela ética, pelos ensinamentos (em tantos âmbitos que nem consigo mensurar) e por me mostrar o quanto evolui, como profissional e como pessoa, nestes muitos anos de estudo, trabalho e convívio desde a iniciação científica. Obrigada por me incentivar e motivar, quando eu achava que não tinha mais forças; e por entender e confortar quando eu realmente não tinha mais forças. E acima de tudo, obrigada por me mostrar o quanto o ensino e a pesquisa são campos desafiadores e preciosos e o quanto quero continuar contribuindo para ambos.

Ao meu coorientador, desde o mestrado, professor Dr. Pablo Valdez, por sua solicitude, presteza, atenção aos detalhes e pelas contribuições sempre pertinentes, que tornaram este e outros trabalhos muito mais ricos. Espero que possamos trabalhar juntos outras vezes.

Aos amigos e colegas de laboratório, que contribuíram imensamente nas discussões de temas pertinentes, no entendimento dos testes estatísticos, nos momentos de descontração tão necessários a todos nós, e pelas conversas particulares, em que pudemos extravasar nossas frustrações, que me mostraram que eu não estava passando por estes momentos tão complexos sozinha e que por isso me motivaram a continuar o árduo trabalho. Obrigada de coração.

A coordenação e a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Psicobiologia da UFRN, por serem sempre tão acolhedores, solícitos e por compartilharem seus conhecimentos com todos aqueles dispostos a aprender. Sou imensamente grata por todas as disciplinas que contribuíram não apenas com meu crescimento como profissional, mas também como ser humano.

Aos amigos, por fazerem parte da minha vida e do meu cotidiano, mesmo que a distância. Obrigada por ouvirem minhas lamurias, frustrações, alegrias e conquistas durante todo o processo de concepção deste trabalho e por trazerem leveza e descontração quando mais precisei, e muitas vezes sem nem mesmo saberem o bem que me fazem.

Aos adolescentes que participaram das coletas de dados aqui utilizadas. Sem a ajuda e o empenho deles, este trabalho, bem como outros do Laboratório de Cronobiologia e Comportamento da UFRN não seriam possíveis. Além disso, agradeço a todos que fizeram e fazer parte das equipes pedagógicas das escolas, que nos abriram as portas por entender a importância da pesquisa científica.

À CAPES, cujo suporte financeiro permitiu a realização deste trabalho.

RESUMO

As modificações psicossociais, comportamentais e fisiológicas relacionadas à adolescência contribuem para um atraso de fase no ciclo sono-vigília (CSV). Todavia, o horário de início das aulas pela manhã encurta o sono ocasionando privação parcial crônica e irregularidade do sono, sonolência diurna excessiva e redução no desempenho cognitivo e acadêmico. Ademais, o CSV e a atenção apresentam variações circadianas, sendo modulados por ciclos de claro-escuro. Portanto, este estudo tem como objetivo analisar a relação entre a exposição à luz pela manhã e o CSV e a atenção em adolescentes do turno matutino de Natal/RN. Participaram do estudo 99 adolescentes, de ambos os sexos (63 meninas) com 15,7 ($\pm 0,8$) anos, matriculados no 1º ou 2º anos do ensino médio, em escolas privadas. Os alunos responderam ao questionário “A Saúde e o Sono” e ao Diário de Sono, contendo a escala de sonolência de Maldonado, e fizeram uso de actímetro, por 10 dias. A actimetria coletou dados sobre o CSV e exposição à luz. A atenção foi avaliada pela Tarefa de Execução Contínua (TEC), de aplicação única na escola, entre 7:30h e 9:30h. De forma geral, a amostra apresentou má qualidade, irregularidade e privação do sono. Em dias livres, altas intensidades luminosas foram associadas a dormir ($B=-38,43$, $p<0,05$) e acordar ($B=-63,29$, $p<0,05$) mais cedo em dias livres e maior regularidade no tempo na cama ($B=-51,34$, $p<0,05$), assim como houve uma tendência a associação com a matutividade ($B=-24,91$, $p=0,07$), menor sonolência ao despertar em dias letivos ($B=-7,83$, $p=0,09$) e maior regularidade nos horários de acordar ($B=-17,67$, $p=0,09$). Além de menor tempo de reação no alerta tônico ($B=-32,87$, $p=0,05$) e maior estabilidade na atenção sustentada ($B=-15,90$, $p=0,06$). Por outro lado, em dias letivos, intensidades luminosas elevadas foram relacionadas a dormir mais tarde ($B=47,84$, $p<0,01$) e a menores durações de sono ($B=-41,43$, $p=0,01$) e tempo na cama ($B=-47,22$, $p<0,01$), bem como a maiores tempos de reação nos alertas tônico ($B=58,74$, $p<0,05$) e fásico ($B=84,54$, $p<0,05$), e atenção seletiva ($B=67,37$, $p<0,05$). No dia da execução da TEC, altos níveis de sonolência ao despertar foram relacionados a maior frequência de omissões no alerta tônico ($B=0,31$, $p<0,05$), enquanto menores latências do sono, à maior percentual de respostas corretas no alerta fásico ($B=-0,16$, $p<0,05$). Ademais, altas intensidades luminosas do despertar até a entrada na sala de aula associaram-se a maiores tempos de reação no alerta tônico ($B=95,51$, $p<0,05$) e na atenção seletiva ($B=150,44$, $p<0,05$), e houve uma tendência à associação com o alerta fásico ($B=53,08$, $p=0,08$). A intensidade de luz durante as aulas (entre 7-9:30h) não foi associada a variações na atenção. Portanto, maior exposição à luz pela manhã em dias livres está associada à antecipação nos horários de sono nestes dias e aumento na regularidade do CSV e no desempenho atencional. Todavia, a exposição em dias letivos associou-se ao sono encurtado, o que pode estar relacionado a exposição à luz artificial noturna. Assim, estudos adicionais com tamanho amostral maior e análise da exposição noturna à luz são necessários para esclarecer e confirmar estas relações.

Palavras-chave: padrão temporal de sono; luz; intensidade luminosa; horários escolares; atenção.

ABSTRACT

Psychosocial, behavioral and physiological changes related to adolescence contribute to a phase delay in the sleep-wake cycle (SWC). However, early school starting time in the morning shorten sleep, causing partial chronic sleep deprivation and irregularity, resulting in excessive daytime sleepiness and impairing in cognitive and academic performance. Furthermore, SWC and attention present circadian variation and can be modulated by light-dark cycles. Therefore, this study aims to analyze the relationship between morning light exposure and SWC and attention in adolescents studying in the morning shift in Natal/RN. The study included 99 adolescents of both sexes (63 girls), aged 15.7 (± 0.8) years, studying in freshmen and sophomore years of private high school. The students answered the "Health and Sleep" questionnaire and a Sleep Diary, containing the Maldonado sleepiness scale, and used an actimeter for 10 days. Actimetry collected data on SWC and light exposure. Attention was evaluated by a Continuous Performance Task (CPT), on a single application at school, between 7:30-9:30h. In general, the sample presents poor sleep quality, sleep irregularity, sleep deprivation. On free days, high light intensities were associated with sleeping ($B=-38.43$, $p<0.05$) and waking up ($B=-63.29$, $p<0.05$) earlier on free days and regular time in bed ($B=-51.34$, $p<0.05$) as well as tendencies towards morningness ($B=-24.91$, $p=0.07$), less sleepiness when waking up on school days ($B=-7.83$, $p=0.09$) and regular waking up times ($B=-17.67$, $p=0.09$). In addition to shorter reaction time on tonic alertness ($B = -32.87$, $p=0.05$) and higher stability in sustained attention ($B=-15.90$, $p=0.06$). On the other hand, on school days, high light intensities were related to sleeping later ($B=47.84$, $p<0.01$) and shorter sleep duration ($B=-41.43$, $p=0.01$) and time in bed ($B=-47.22$, $p<0.01$), as well as longer reaction times on tonic ($B=58.74$, $p<0.05$) and phasic alertness ($B=84.54$, $p<0.05$), and selective attention ($B=67.37$, $p<0.05$). On the day of the CPT, high levels of sleepiness upon awakening were related to a higher frequency of omissions on tonic alertness ($B=0.31$, $p<0.05$), while lower sleep latencies related to higher percentage of correct responses on phasic alertness ($B=-0.16$, $p<0.05$). Furthermore, high light intensities between wake-up and entering the classroom were associated with longer reaction times on tonic alertness ($B=95.51$, $p<0.05$), selective attention ($B=150.44$, $p <0.05$) and a trend towards phasic alertness ($B=53.08$, $p=0.08$). Light during classes (between 7-9:30h) was not associated with changes in attention. Therefore, high exposure to light on free days is associated to earlier sleep times in these days, more regular sleep and higher attentional performance. However, exposure on school days was associated with shortened sleep, which may be associated to exposure to artificial light at night. Thus, additional studies with larger sample size and analysis of nighttime light exposure are needed to clarify and confirm these relationships.

Keywords: temporal sleep pattern; light; light intensity; school start times; attention.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Número de participantes e a perda de dados durante as etapas da pesquisa e na filtragem de dados para a realização das análises estatísticas.....	33
Figura 2: Esquema da Tarefa de Execução Contínua e componentes da atenção avaliada. Modificado de Valdez (2005).....	38
Figura 3: Actogramas representativos dos 10 dias de coleta de dados de seis dos participantes da amostra (participantes A, B, C, D, E e F).....	44
Figura 4: Distribuição das frequências das meias fases de sono observadas, subdivididas em blocos de 30 min.....	46
Figura 5: Distribuição do percentual dos motivos relatados pelos adolescentes para os horários de dormir em dias letivos e livres. Teste Qui-quadrado com correção de Bonferroni. * diferença entre os momentos da semana, $p < 0,05$	47
Figura 6: Distribuição do percentual dos motivos relatados pelos adolescentes para os horários de acordar em dias letivos e livres. Teste Qui-quadrado com correção de Bonferroni. * diferença entre os momentos da semana, $p < 0,05$	47
Figura 7: Distribuição do percentual das formas de despertar relatadas pelos adolescentes para os horários de acordar em dias letivos e livres. Teste Qui-quadrado com correção de Bonferroni. * diferença entre os momentos da semana, $p < 0,05$	48
Figura 8: Distribuição dos horários em que os adolescentes relataram se sentir mais sonolentos durante o dia em dias livres e letivos. Teste Qui-quadrado com correção de Bonferroni. * diferenças entre os momentos da semana, $p < 0,05$	48
Figura 9: Parâmetros de análise do alerta tônico, atenção seletiva e alerta fásico dos participantes por grupo: (A) tempo de reação; (B) percentagem de respostas corretas; e (C) percentual de omissões. Parâmetros de análise da atenção sustentada: (D) Estabilidade no tempo de reação e percentual de acertos ao longo da tarefa; e (E) estabilidade geral da porcentagem de respostas corretas e tempo de reação durante a tarefa.	50
Figura 10: Perfil diário de exposição à luz e atividade-reposo dos adolescentes da amostra computados a partir de valores médios compondo os 10 dias de dados analisados. Os retângulos em cinza representam uma média do fotoperíodo durante os dias coletados (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001). Anovas de medidas repetidas, $p < 0,05$	51
Figura 11: Perfis diários de exposição à luz e atividade-reposo dos adolescentes representando as médias de cada horário em dias letivos (A) e dias livres (B). Os retângulos em cinza representam uma média do fotoperíodo durante os dias coletados (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001). Anovas de medidas repetidas, $p < 0,05$	52
Figura 12: Perfil de exposição à luz e atividade-reposo dos adolescentes da amostra representando as médias de cada horário no dia da realização da TEC. Os retângulos em cinza representam uma média do fotoperíodo durante os dias coletados (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001).	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atividades, instrumentos e durações de cada etapa da coleta de dados.	34
Quadro 2: Classificação econômica, escores e renda média domiciliar em Reais segundo o CCEB, 2014.	36
Quadro 3: Classificação econômica, escores e renda média domiciliar em Reais segundo o CCEB, 2015.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição da classificação econômica e tipo de transporte usado para ir à escola (%).	43
Tabela 2: Médias e desvios padrões das variáveis do ciclo sono-vigília avaliados.	45
Tabela 3: Médias e desvios padrões das variáveis do cochilo avaliadas.	46
Tabela 4: Médias (e desvios padrões) da intensidade luminosa pela manhã de forma geral (todos os dias de coleta) e especificamente no dia de execução da TEC.	53
Tabela 5: Análise de regressão multivariada das relações entre a exposição à luz pela manhã e as variáveis do CSV. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.	55
Tabela 6: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre as variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.	56
Tabela 7: Análise de regressão multivariada dos efeitos de variáveis do padrão temporal de sono no dia anterior a TEC e cronotipo sobre as variáveis da atenção.	58
Tabela 8: Análise de regressão multivariada dos efeitos de variáveis da qualidade do sono no dia anterior a TEC e sonolência ao despertar sobre as variáveis da atenção.	59
Tabela 9: Análise de regressão multivariada das relações entre a exposição à luz pela manhã e as variáveis do padrão temporal de sono. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.	103
Tabela 10: Análise de regressão multivariada das relações entre a exposição à luz pela manhã e as variáveis do padrão temporal de sono.	104
Tabela 11: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.	105
Tabela 12: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.	105
Tabela 13: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo,	

ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola. 106

Tabela 14: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola. 107

Tabela 15: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã, no dia de execução da TEC, sobre variáveis da atenção. 108

LISTA DE SIGLAS

- ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
- CCEB – Critério de Classificação Econômica do Brasil
- CEP – Comitê de ética em pesquisa
- CSV – Ciclo sono-vigília
- DS – Exposição à luz desde o despertar até a entrada do adolescente na sala de aula
- DT – Exposição à luz do despertar até a execução da tarefa de avaliação da atenção.
- GLM* – ‘*General Linear Model*’ ou modelo linear geral
- NSQ – Núcleo Supraquiasmático do hipotálamo
- SV – Sistema visual
- STC – Sistema de temporização circadiano
- TEC – Tarefa de execução contínua
- TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
- TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- WASO* – ‘*Wakefulness after sleep onset*’ ou tempo acordado após o início do sono

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. O atraso de fase dos ritmos e o ciclo sono-vigília do adolescentes.....	12
1.2. As aulas matutinas como um desafio temporal	16
1.3. O processo atencional e o desempenho acadêmico	18
1.4. Os ciclos de claro e escuro e a influência sobre o sono e a atenção.....	21
2. OBJETIVOS.....	29
2.1. Objetivo geral	29
2.2. Objetivos específicos.....	29
3. HIPÓTESES E PREDIÇÕES	30
4. METODOLOGIA.....	32
4.1. Participantes e ambiente experimental	32
4.2. Critérios e inclusão e exclusão	32
4.3. Coleta de dados.....	33
4.3.1. Instrumentos	35
4.4. Análise dos dados	38
5. RESULTADOS	43
5.1. Caracterização geral da amostra.....	43
5.2. Ciclo sono-vigília	43
5.2.1. Padrão temporal e qualidade do sono e sonolência ao despertar.....	43
5.2.2. Hábitos de sono	46
5.3. Atenção.....	49
5.4. Perfis de exposição diária à luz e de atividade-reposo	51
5.5. Relação entre a luz pela manhã e variáveis do sono e atenção.....	53
6. DISCUSSÃO.....	62
7. CONCLUSÃO.....	80
8. Referências bibliográficas	82
APÊNDICES	102
ANEXOS.....	109

1. INTRODUÇÃO

1.1. O atraso de fase dos ritmos e o ciclo sono-vigília do adolescentes

A adolescência é uma fase ontogenética entre a infância e a idade adulta, compreendendo a faixa etária entre 10-19 anos (World Health Organization, 1986; Sociedade Brasileira de Pediatria, 2000). Está associada a mudanças psicossociais, tais como a independência à autoridade dos pais, que se relaciona ao aumento do uso de dispositivos eletrônicos, ao desenvolvimento e ampliação da vida social, e a escolha dos horários de dormir; bem como, o ingresso no ensino médio, associado ao aumento da demanda acadêmica (Carskadon et al., 1993; Carskadon, 2011; Ziporyn et al., 2022). Diversos estudos demonstram que estas mudanças contribuem para um atraso no ciclo sono e vigília (CSV) do adolescente (Andrade et al., 1993; Carskadon, 2011; Crowley et al., 2014; Ziporyn et al., 2022).

Esta fase é caracterizada pela maturação puberal, que promove modificações fisiológicas e comportamentais associadas a hormônios sexuais (Carskadon et al., 1993; Millman, 2005; Peper et al., 2011). No sistema nervoso central, a ação destes hormônios desencadeia processos de mielinogênese, principalmente em áreas corticais e da substância cinzenta, conexões de novas circuitarias neurais e a conclusão da formação do córtex pré-frontal (Corrigan et al., 2021; Gerber et al., 2010; Millman, 2005; Peper et al., 2011).

O atraso de fase no CSV na adolescência foi observado em 6 espécies, além da humana, demonstrando um forte componente biológico (Hagenauer et al., 2009; Melo et al., 2016). Atualmente, esse padrão é explicado fundamentando-se em modificações nos processos biorregulatórios do CSV (Crowley et al., 2015; Owens, 2014; Ziporyn et al., 2022). Segundo o modelo de dois processos, o CSV é regulado por processos distintos, porém interconectados (Borbély, 1982; Daan et al., 1984; Borbély et al., 2016), que regulam a duração e os horários de sono, e o estado de alerta.

O processo circadiano tem como base os osciladores centrais e periféricos do Sistema de Temporização Circadiano (STC) (Brandstaetter, 2004), que tem como osciladores mais bem estudados e compreendidos os Núcleos Supraquiasmático do hipotálamo (NSQ), capazes de gerar ritmo próprio (Moore, 1999, 2007). Este sistema regula ritmos endógenos com periodicidade ~24h, modulando a alternância entre o sono e a vigília de forma sincronizada ao ciclo claro e escuro ambiental (Czeisler et al., 1981; Refinetti, 2006). Assim, em humanos, a vigília é alocada na fase clara do dia, e o sono na fase escura (Borlély, 1982; Daan et al., 1984; Borlély et al., 2016).

Inicialmente se hipotetizou que a velocidade dos osciladores cerebrais do STC se modificaria sob a influência dos hormônios puberais, alongando o período endógeno (Albers, 1981; Zucker et al., 1980; Carskadon, 2011). Em estudo com adolescentes, Hagenauer e colaboradores (2009) observaram um período de ~24,27h, ou seja, mais longo que o registrado para adultos saudáveis (~24,18h), o que poderia contribuir para o atraso dos ritmos em adolescentes. Entretanto, outros estudos realizados com protocolos semelhantes não mostraram diferenças nos períodos endógenos entre adolescentes e adultos (Crowley & Eastman, 2018; Czeisler et al., 1999). Outra hipótese relacionada ao STC associa o atraso de fase a mudanças na sensibilidade em resposta à luz: tema que será abordado em um tópico a parte (Carskadon et al., 2002; Crowley et al., 2014, 2015). Todavia, as hipóteses mais aceitas acerca deste debate apontam para mudanças na modulação do processo homeostático.

O processo homeostático se baseia na quantidade de sono e de vigília experienciadas (Borlély, 1982; Daan et al., 1984; Borlély et al., 2016). Segundo o modelo, em condições de sono saudável e sem privação: um indivíduo desperta pela manhã com baixa propensão ao sono, que aumenta gradualmente com o tempo em vigília, alcançando níveis elevados ao fim do dia. Com o sono noturno, a propensão dissipa progressivamente ao mínimo, quando o indivíduo desperta, começando o ciclo novamente (Borlély, 1982; Daan et al., 1984; Borlély et al., 2016).

A propensão ao sono pode ser avaliada fisiologicamente, através da atividade de ondas lentas cerebrais, que aumentam com o tempo em vigília e decaem com o sono (Millman, 2005; Crowley et al., 2015; Ziporyn et al., 2022).

Estudos com eletroencefalograma demonstram que a atividade de ondas lentas se acumula mais lentamente em adolescentes, em relação a outras faixas etárias (Millman, 2005; Crowley et al., 2015). Isto permitiria o adolescente estender a vigília, sem se sentir sonolento, atrasando o horário de dormir (Hummer & Lee, 2016; Ziporyn et al., 2022). Por outro lado, a dissipação dessa atividade não sofre alterações, ou seja, a propensão ao sono de adolescentes decai similarmente à infância (Millman, 2005; Crowley et al., 2015). Assim, a necessidade de sono não diminui durante a adolescência, sendo recomendado entre 8-10h de sono por noite (Carskadon et al., 1980; Hirshkowitz et al., 2015; Paruthi et al., 2016; Tarokh et al., 2016).

Além da regulação promovida por cada processo, os processos circadiano e homeostático interagem entre si, se autorregulando, permitindo a manutenção do sono e da vigília saudáveis (Borlély, 1982; Daan et al., 1984; Borlély et al., 2016). A propensão a estes estados relaciona-se à diferença entre a propensão ao sono, pelo processo homeostático, e a propensão ao alerta, pelo processo circadiano, ou seja, quanto maior a diferença, maior as chances de o indivíduo estar acordado (baixa propensão ao sono e alta propensão ao alerta) ou dormindo (alta propensão ao sono e baixa propensão ao alerta) (Borbély et al., 2016).

Outro fator modulador do CSV durante a ontogênese é o cronotipo (Carskadon & Dement, 2011; Horne & Östberg, 1976; Juda et al., 2013; Roenneberg et al. 2007), característica associada ao STC que por meio da interação entre fatores genéticos e ambientais se expressa em traços individuais do ritmo endógeno (Ashbrook et al., 2019; Facer-Childs et al., 2019; Horne & Östberg, 1976; Roenneberg, 2003). O cronotipo se localiza dentro de um espectro contínuo, em que os indivíduos podem ser classificados em: (1) matutinos, que adotam horários

precoces para dormir, acordar e para a realizar tarefas, que podem ou não ter cunho cognitivo; (2) vespertinos, que apresentam horários tardios; e (3) intermediários, que constituem a maior parte da população e caracterizam-se por horários nem tardios, nem precoces (Biss & Hasher, 2012; Fleijg & Randler, 2009; Horne & Östberg, 1976). Segundo estudos existem indivíduos que preferem realizar determinadas tarefas pela manhã e outras à tarde, constituindo um quarto cronotipo, o bimodal (Martynhak et al., 2010; Vollmer et al., 2012).

Na adolescência humana, o atraso de fase do CSV se manifesta na expressão do cronotipo, por meio do surgimento de uma tendência à vespertinidade (Carskadon & Dement, 2011; Roenneberg et al. 2007; Ziporyn et al., 2022). Este padrão permeia toda a adolescência, tendendo a se intensificar com a maturação puberal (Carskadon et al., 1993; Jenni & Carskadon, 2009; Owens, 2014). De acordo com Roenneberg e colaboradores (2004), esta tendência interrompe-se abruptamente e de maneira diferente em meninos (~20,9 anos de idade) e meninas (~19,5 anos), o que poderia ser considerado como marcador biológico para o fim da adolescência. Todavia, é importante ressaltar que as diferenças individuais relacionadas ao cronotipo leva a diferenças na expressão na tendência à vespertinidade na adolescência, que pode ocorrer de maneira mais tênue ou exacerbada, o que pode facilitar ou dificultar a vida escolar daqueles que estudam pela manhã.

Portanto, as modificações psicossociais, comportamentais e fisiológicas associadas à adolescência, bem como características genéticas e interações com o meio, podem contribuir para o atraso no CSV. Isto não seria de todo preocupante se os adolescentes pudessem igualmente atrasar os horários de acordar, mantendo assim a duração diária do sono recomendada (Carskadon et al., 1980; Hirshkowitz et al., 2015; Paruthi et al., 2016; Tarokh et al., 2016). Todavia, há um fator presente na vida de muitos adolescentes que impede que isto aconteça com regularidade: o início das aulas matutinas.

1.2. As aulas matutinas como um desafio temporal

O início das aulas matutinas reduz a duração do sono dos adolescentes (Andrade et al., 1993; Carskadon et al., 2004; Jenni & Carskadon, 2009; Owens, 2014). Nas escolas de ensino médio dos EUA, ~10% iniciam as aulas antes das 7:30h, ~43% antes das 8h e menos de 15% antes das 8:30h (Start School Later, 2014), enquanto no Brasil, as aulas iniciam por volta das 7h. Estudos mostram que em escolas que iniciam as atividades às 8h, adolescentes acordam entre 6-7h, (Crowley et al., 2007; Wolfson & Carskadon, 2005), e que quando as aulas iniciam ~7h, estudantes despertam entre 5-6h (Estevan et al., 2020; Mello et al., 2001; Sousa et al., 2009), ou antes mesmo das 5h a depender do contexto urbano do aluno (Galina, 2017). Neste cenário, o horário de acordar dos alunos precisa considerar o tempo gasto com os rituais matutinos, tais como banho, se arrumar e o café-da-manhã, além do tipo e o tempo de deslocamento até a escola, o que pode fazer com que o despertar de muitos alunos aconteça muito antes do nascer do sol (Maia et al., 2011; Pereira et al., 2013; Sousa et al., 2007).

Evidências mostram que adolescentes que estudam pela manhã dormem menos que o recomendado, geralmente sendo caracterizados com privação parcial crônica do sono (Andrade et al., 1993; Carskadon et al., 2002; Carskadon, 2011; Jenni & Carskadon, 2009). Adolescentes nos EUA dormem menos de 7h por noite (Crowley, et al. 2014; Wheaton et al., 2016) e na Coreia do Sul ~4h em noites letivas (Rhie et al., 2017; Yang et al., 2005). Na América Latina, em dias letivos, o Uruguai registrou ~6,5h (Estevan et al., 2020), a Argentina menos de ~6,7h (Goldin et al., 2020); e no Brasil, estudos recentes apontam meninos dormindo ~6,6h e meninas ~7,5h (Carvalho-Mendes et al., 2020). Desta forma, as aulas matutinas promovem o despertar precoce, encurtando a duração do sono de adolescentes (Carskadon & Dement, 2011; Jenni & Carskadon, 2009).

O encurtamento do sono noturno geralmente está associado a uma alta propensão ao sono ao despertar, o que se relaciona diretamente aos frequentes quadros crônicos de sonolência diurna excessiva observados em adolescentes por todo o mundo (Wolfson & Carskadon, 1998; Tarokh, 2016; Wahlstrom, 2014; Valdez et al., 1996; Sousa et al., 2009; Strauch & Meier, 1988). De acordo com Sateia (2014), a sonolência é definida como a dificuldade ou incapacidade em permanecer alerta, podendo ocasionar lapsos involuntários ou mesmo episódios de sono. Em um estudo em que adolescentes dormiam nos mesmos horários que em noites letivas, observou-se que dada a oportunidade de cochilo às 8:30h (horário da primeira ou segunda aulas em escolas norte-americanas), os participantes adormeciam em ~5 min, quase metade da latência para o sono noturno registrado. Os autores relatam que cerca de 50% da amostra adormeceu em menos de 2 min, entrando diretamente em sono REM (Carskadon et al., 1998), com um resultado semelhante ao observado em pacientes com narcolepsia (Mitler et al., 1979). Desta forma, começar o dia letivo com sono e despreparado para os desafios cognitivos e sociais impostos pela escola e pela sociedade é o cotidiano de muitos adolescentes.

Neste contexto de privação parcial de sono comum em dias letivos, os dias livres permitem a expressão do ritmo num padrão mais próximo do endógeno, com horários de dormir e acordar tardios, e a extensão do sono noturno (Andrade et al., 1993; Valdez et al., 1996). Ademais, a extensão do sono pode ser um comportamento compensatório provocado pelo débito homeostático de sono (Carskadon, 2011; Owens, 2014). De toda forma, com o início da semana letiva, o sono é modificado bruscamente, promovendo discrepâncias entre dias letivos e livres, levando à irregularidade do sono (Crowley & Carskadon, 2010; Owens, 2014). Evidências mostram que a irregularidade do sono se torna exacerbada na adolescência (Carskadon, 2011; Millman, 2005; Owens, 2014), podendo causar desalinhamento entre o ritmo endógeno e os horários sociais, na forma de *Jetlag social* (Wittmann et al., 2006). A irregularidade do sono e o *Jetlag social* tornam o despertar nos primeiros dias letivos da semana

um obstáculo difícil para os adolescentes que estudam pela manhã, uma vez que o organismo não está preparado para enfrentar mudanças tão frequentes e bruscas nos esquemas de sono (Carskadon, 2011; Owens, 2014).

Assim, o atraso de fase do adolescente é resultante da interação entre fatores biológicos, comportamentais e psicossociais, tais como o aumento da autonomia, da socialização e do uso destes dispositivos eletrônicos. Por outro lado, os horários sociais relacionados ao início precoce das aulas matutinas encurtam o sono, causando privação, má qualidade e irregularidade do sono, constituindo a “tempestade perfeita” (Carskadon, 2011). Esta ‘tempestade’ pode prejudicar a saúde e o bem-estar destes indivíduos, podendo associar-se ao aumento de sintomas depressivos, ansiedade, ideação suicida; assim como, a comportamentos de risco, tais como, o uso de álcool e drogas, envolvimento em atividades criminosas, gravidez e acidentes automobilísticos (Watson et al., 2017; Haraszti et al., 2014; Ziporyn et al., 2022). Essa ‘tempestade’ pode trazer prejuízos cognitivos, por exemplo, em testes de leitura, matemática e visuoespaciais (Kelly, Kelly, & Sacker, 2013), na memória operacional (Dongen et al., 2003; Angel et al. 2015), controle inibitório (Anderson & Platten, 2011) e flexibilidade cognitiva (Honn et al., 2019), dentre outros processos, como a atenção (Mishra et al., 2020; Dongen et al., 2003), que será o foco deste trabalho; além das repercussões para o desempenho acadêmico (Dongen et al., 2003; Ziporyn et al., 2022).

1.3. O processo atencional e o desempenho acadêmico

A atenção é um processo cognitivo que atua como base para outros mais complexos, tais como, a aprendizagem e a memória; e apesar de ser estudado há décadas, não apresenta uma definição universal (Berlyne, 1969; Killgore, 2010; Posner & Rafal, 1987; Valdez et al., 2005).

De acordo com pesquisadores, a atenção se trata de um processo multifatorial, podendo ser estudada por meio de modelos neuropsicológicos que identificam os componentes que a estruturam, bem como as áreas cerebrais às quais está relacionada (Cohen & O'Donnell, 1993; Posner & Rafal, 1987; Mirsky, Anthony et al., 1991; Sweets, 1970). Para estes autores, a atenção pode ser definida como um processo cognitivo que permite o aumento da capacidade em responder ao ambiente, através da seleção de informações sensoriais processadas rápida e eficientemente, gerando respostas específicas e que podem ser sustentadas ao longo do tempo (Cohen & O'Donnell, 1993).

Com base no modelo para atenção proposto por Posner e Rafal (1987), Valdez e colaboradores (2005) propuseram o modelo utilizado no presente estudo. Segundo os autores, atenção é composta pelos componentes: (1) alerta tônico, ou a capacidade em responder a mudanças no ambiente; (2) o alerta fásico, capacidade em responder a um estímulo precedido por sinal de advertência; (3) atenção seletiva, que processa informações sensoriais específicas ignorando as demais; e (4) atenção sustentada (ou vigilância), que corresponde a capacidade de manter a atenção, que se deteriora com o passar do tempo.

Estes componentes relacionam-se a áreas cerebrais específicas, tais como: o alerta tônico e fásico, que estão relacionados à atividade do sistema ativador reticular ascendente; ademais, o alerta tônico se associa a ativação do córtex pré-frontal, assim como a atenção seletiva, que também se relaciona com a atividade dos lobos parietal posterior e inferior; enquanto isso, a atenção sustentada associa-se à atividade do sistema ativador reticular ascendente e do córtex pré-frontal (Valdez et al., 2005). É importante salientar que as áreas envolvidas com o processamento atencional se relacionam com a manutenção e regulação do CSV, principalmente o sistema reticular ascendente, que mantém a vigília (Lim & Dinges, 2008; Rodríguez, 1997; Saper et al., 2005).

Assim como o CSV, a atenção apresenta variações circadianas (Borbély et al., 2016; Cohen & O'Donnell, 1993; Loveland & Williams, 1963; Valdez et al., 2005). Desta forma, o modelo regulatório do sono dos dois processos, proposto inicialmente por Borbély (1982), auxilia a explicar variações na atenção (Blatter & Cajochen, 2007; Borbély et al., 2016). Estudos demonstram desempenho atencional ótimo e estável pela manhã, quando a vigília é estimulada pelos processos homeostático e circadiano; e uma piora considerável na madrugada e início da manhã, principalmente quando o circadiano continua a induzir ao sono (Carrier & Monk, 2000; Loveland & Williams, 1963; Valdez et al., 2005). Outras evidências mostram que a alta propensão ao sono ou a privação do sono associam-se a deterioração da coordenação motora, alerta, tempo de reação, memória, dentre outros (Fontana et al., 2014; Millman, 2005; Mishra et al., 2020; Slama et al., 2018; Valdez et al., 2010).

Segundo Killgore (2010), a privação do sono deteriora primeiramente processos fundamentais à cognição, tais como o alerta e a atenção, prejudicando habilidades mais complexas, tais como a aprendizagem e memória, e conseqüentemente o desempenho acadêmico (Kribbs & Dinges, 1994). Beebe e colaboradores (2010) observaram baixos índices de atenção e motivação, e baixas pontuações em avaliações sobre aprendizagem, em adolescentes privados de sono. Diversos estudos associam a privação do sono (Wolfson & Carskadon 1998, 2005; Medeiros et al., 2001) ou especificamente o início precoce das aulas matutinas à piora no desempenho acadêmico (Alfonsi, Palmizio, et al., 2020; Alfonsi, Scarpelli, et al., 2020; Edwards, 2012; Groen & Pabilonia, 2019; Heissel & Norris, 2018; Hysing et al., 2015; Phillips, et al., 2017; Lenard et al., 2020; Wolfson et al., 2007). Enquanto outros demonstram como alunos não privados de sono, que alinham o horário circadiano individual aos horários das aulas, melhoram o desempenho (Wolfson & Ziporyn, 2018; Smarr & Schirmer, 2018).

Para explicar como a privação do sono contribui para o prejuízo cognitivo, surgem hipóteses, tais como: (1) vulnerabilidade pré-frontal (Horne, 1993), indicando que o córtex pré-frontal seria a área mais afetada pela privação, prejudicando a cognição por relacionar-se a muitas funções cognitivas (Boonstra et al., 2007); e (2) instabilidade do estado de vigília (Goel et al., 2009), propondo que o sono e a vigília necessitam da ativação de sistemas neurofisiológicos para a manutenção e inativação do comportamento oposto. Logo, a privação do sono induziria “intromissões” dos sistemas promotores de sono, instabilizando a vigília e a cognição (Alóe et al., 2005; Alhola & Polo-Kantola, 2007). A instabilidade e a alta propensão ao sono, poderiam causar ‘microssonos’, em que durante um curto momento, o indivíduo desperto apresenta atividade cerebral semelhante a observada em episódios de sono (Goel et al., 2009).

Ademais, estudos associam a piora do desempenho acadêmico com outros índices do sono ruim, tais como: a sonolência diurna excessiva e a má qualidade de sono, analisada por métodos objetivos ou subjetivos (Machado-Duque et al., 2015; Wolfson & Carskadon, 2003); horários de início do sono tardios e a alta irregularidade do sono (Medeiros et al., 2001; Wolfson & Carskadon 1998). Um estudo mostrou que a irregularidade homeostática e circadiana dos ritmos e a exposição a um padrão de luz de baixa amplitude durante o dia, associaram-se a um desempenho acadêmico ruim em universitários (Phillips et al. 2017).

Desta forma, sabendo que o CSV pode influenciar positiva ou negativamente o desempenho cognitivo, e que ambos apresentam variações rítmicas, é importante que sejam estudadas maneiras para melhorar o sono, a atenção, e o desempenho acadêmico de adolescentes; e uma destas maneiras pode ser a modulação dos ciclos de claro e escuro.

1.4. O ciclo claro e escuro e a influência sobre o sono e a atenção

Ritmos biológicos, tais como o CSV e as variações circadianas na atenção, oscilam em concordância com sinais internos ao organismo e necessitam de pistas externas para sincronizá-los. Desta forma, a sincronização dos ritmos beneficia o organismo por permiti-lo prever e acompanhar eventos, respondendo de forma adaptativa a mudanças ambientais. Destes sincronizadores externos, ou *Zeitgebers*, o ciclo de claro e escuro é tido como o principal e mais forte para o STC humano (Carskadon & Dement, 2011; Refinetti, 2006; Wright & Gooley, 2009).

Primariamente, a luz chega à retina (Danilenko et al., 2009), sendo recebida por células especializadas que a encaminha para dois grandes sistemas: o formador de imagem, aqui tratado como sistema visual (SV) e o não-formador de imagem, no qual se insere o STC (Prayag, Münch, et al., 2019; Rea & Figueiro, 2011). Assim, o SV recebe as informações fóticas por receptores na região mais externa da retina, bastonetes e de três tipos de cones: para ondas curtas (pico de sensibilidade: radiação ~440nm – faixa da luz violeta), médias (pico: ~545nm – luz verde) e longas (pico: ~565nm – luz verde) (Okamoto & Nakagawa, 2015). Embora o STC receba informações fóticas por cones e bastonetes (Prayag, Münch et al., 2019), a luz é recebida principalmente pelas células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGCs), na região mais interna da retina (Moore, 2007), que apresentam a melanopsina como fotopigmento (pico: ~480nm – faixa da luz azul) (Danilenko et al., 2009; Okamoto & Nakagawa, 2015; Prayag, Münch et al., 2019).

As informações fóticas que entram pelo o STC seguem pelo trato retino-hipotalâmico, chegando aos NSQ (Moore, 1999). Assim, o ritmo gerado pelos NSQ é sincronizado por pistas luminosas que chegam do ambiente (Wright & Gooley, 2009). A sincronização do ritmo pode se dar por arrastamento, ou seja, de maneira gradual, em que o zeitgeber influencia o funcionamento dos osciladores e causa modificações duradouras na expressão rítmica (Pittendrigh, 1981; Daan & Aschoff, 2001; Wright & Gooley, 2009). Enquanto isso, no

mascamamento o estímulo atua diretamente nas estruturas efetoras e mudanças acontecem apenas na expressão rítmica ou comportamental, não modulando o funcionamento dos osciladores, promovendo um ajuste fino a mudanças bruscas no ambiente (Aschoff, 1960; Daan & Aschoff, 2001; Wright & Gooley, 2009).

Respostas agudas ou crônicas dos ritmos biológicos promovidas pela luz, bem como a amplitude e a direção destas modificações dependem do momento em que ocorre a exposição. A luz ministrada na metade final do sono e início da vigília avança a fase dos ritmos, que passa a acontecer mais cedo; enquanto a exposição na porção final da vigília e primeira metade do sono, atrasa a fase do ritmo, que passa a acontecer mais tarde (Appleman et al., 2013; Czeisler et al., 2002; Daan & Aschoff, 2001; Lewy et al., 1983; Minors et al., 1991; Moore-Ede et al., 1982; Prayag, Münch et al., 2019; Wright & Gooley, 2009).

Assim, sugeriu-se que o atraso de fase em adolescentes seria consequência de resposta atenuada do STC em momentos que a luz promoveria avanços – de manhã – e exacerbada em momentos de atraso – à noite (Carskadon et al., 2002; Crowley et al., 2014, 2015). Logo, seria mais fácil atrasar os ritmos dos adolescentes e mais difícil adiantá-los. Todavia, ao testar a sensibilidade à luz do STC por meio da supressão da secreção de melatonina, viu-se que pré-adolescentes são mais sensíveis, pois apresentaram atrasos em resposta a baixa iluminação (~15 lux) quando comparados aos mais velhos (Crowley et al., 2015). Ademais, a elaboração de uma curva de resposta de fase à luz branca (PRC) para adolescentes (14-17 anos) não corroborou a hipótese (Crowley & Eastman, 2017), uma vez que o observado nos adolescentes se assemelha em amplitude e direção aos estudos com adultos (Czeisler et al., 2002; Daan & Aschoff, 2001; Prayag, Münch et al., 2019).

A intensidade luminosa pode modificar respostas circadianas e influenciar a cognição (Souman et al., 2018) e/ou o CSV (Cajochen et al., 2000; Zeitzer et al., 2011; Prayag, Najjar,

et al., 2019). Em um estudo que ministrou intensidades entre 3-9.100 lux, Zeitzer e colaboradores (2000) observaram que intensidades menores ~15 lux não geram resposta, enquanto a máxima (9.100 lux) atrasou o ritmo em 3,2h, suprimindo completamente a secreção de melatonina. Os autores ressaltam que apenas 106 lux gerou metade do atraso provocado pela intensidade máxima (1,8h) e suprimiu 88% da melatonina. A melatonina é um hormônio produzido pela glândula pineal (Lerner et al., 1958) e secretado apenas à noite, de maneira rítmica e controlada pelo NSQ (Arendt, 2006; Gorfine et al., 2006). O pico de secreção deste hormônio associa-se a medidas mais baixas da temperatura corporal, do estado de alerta e do desempenho cognitivo em humanos (Gorfine et al., 2006; Rea & Figueiro, 2011) e, por isso, a melatonina é tida como um dos melhores marcadores indiretos do ritmo circadiano (Arendt, 1998; Rea & Figueiro, 2011; Prayag, Münch, et al., 2019).

A duração da exposição à luz desempenha papel determinante. Chang et al. (2012) observaram respostas não lineares como efeito de 10.000 lux em diferentes durações, à medida que 0,2h foi ~5 vezes mais eficaz no atraso de fase do que 4h de exposição. Em um estudo, aumentar a duração da exposição de 1 para 3h, mas não a intensidade (entre 2000-8000 lux), aumentou a amplitude dos atrasos de fase induzidos pela luz (Dewan et al., 2011). Nota-se que, embora estas intensidades saturem a capacidade de respostas, a magnitude da resposta circadiana é dependente simultaneamente da duração e da intensidade luminosa (Prayag, Münch, et al., 2019). Ademais, a relação entre a duração da exposição e a resposta parece ser mais complexa, pois sequências de flashes luminosos muito curtos podem induzir grandes mudanças de fase em humanos (Zeitzer et al., 2011; Najjar & Zeitzer, 2016).

O comprimento de ondas da luz exerce efeitos sobre o organismo (Badia et al., 1991; Chellappa et al., 2011; Myers & Badia, 1993). Estudos mostram respostas circadianas provocadas pela luz de comprimento curto (entre 460-480 nm) e descrevem o pico para a supressão da melatonina em ~480 nm (Brainard et al., 2001; Thapan et al., 2001; Najjar et al.,

2014), semelhante à faixa espectral de resposta das ipRGCs (Dacey et al., 2005; Berson, 2002). Conforme Rea e Figueiro (2011), luzes mistas (com comprimentos curtos e longos) promovem menos respostas circadianas, quando comparadas a luzes na faixa de comprimento de onda curto. Wright e colaboradores (2001) compararam os efeitos da exposição a luzes LED branca (mista) e na faixa do azul à noite, observando que o comprimento de ondas curto foi mais eficaz em atenuar os níveis (70% de supressão) e atrasar a secreção da melatonina (42 min), quando comparado à luz branca (50% de supressão e 22 min de atraso). Assim, quanto mais a fonte de iluminação apresentar comprimentos curtos, menor será a iluminância necessária para atingir as respostas sistêmicas esperadas (Rea & Figueiro, 2011).

Em estudo com jovens adultos (18-30 anos) expostos a luz artificial à noite (10-2.000 lux por 5h), foram observadas diferenças individuais na sensibilidade do STC para a supressão de melatonina, que variou entre 6-350 lux. Todavia, os autores relatam que de forma geral, a supressão de 50% da melatonina ocorre a menos de 30 lux, e que as diferenças individuais podem ser de fundamental importância para determinar o papel do STC na saúde ou doença (Phillips et al., 2019).

Além disso, a luz noturna, por vezes proveniente do uso de dispositivos eletrônicos, promove o aumento da ativação fisiológica (Arora et al., 2014; Carter et al., 2016; Twenge et al., 2017; Higuchi et al., 2003), estando associada a atrasos nos horários de dormir, aumento da latência do sono (Arora et al., 2014; Pieters et al., 2014), encurtamento da duração do sono, atraso nos horários de acordar (Arora et al., 2014; Gamble et al., 2014), podendo repercutir negativamente no CSV no dia seguinte à exposição, dentre outros prejuízos (Chang et al., 2014). Este quadro geral pode associar-se a insônia, desordens e distúrbios do sono (Haim & Portnov 2013), desregulando emoções através de altos níveis de ansiedade, raiva, fadiga e confusão, aumentando o fator de risco para transtornos de saúde mental e comportamental (Dahl, 1996; Hasler & Pedersen, 2020; McMakin et al., 2016; Walker et al., 2017; Walker et al., 2020).

O comprometimento do sono causado pela luz deve ser observado como fator que pode causar prejuízos cognitivos afetando a aprendizagem. Wolfe e colaboradores (2014) investigaram o impacto do uso de videogames próximo ao horário de dormir sobre a atenção sustentada em adolescentes (15-20 anos). Os autores encontraram relações entre o tempo de jogo e o sono, e entre jogar e atenção. A duração do sono associou-se negativamente com a atenção e as análises revelaram que a relação entre jogar e a atenção sustentada foi totalmente mediada pela duração do sono, indicando que o videogame afetou a capacidade de manter a atenção apenas na medida em que isso afetou o sono. Outras evidências demonstram que o uso de dispositivos eletrônicos próximo ao horário de dormir associa-se a tempos de reação mais longos para os alertas tônico e fásico e menos estabilidade da atenção sustentada, em adolescentes do ensino médio (Oliveira et al., 2020).

Em contrapartida, trabalhos realizados com adolescentes brasileiros, mostram que populações rurais, sem energia elétrica, dormem mais cedo e apresentam menos relatos de privação de sono do que populações em áreas urbanas (Louzada & Menna-Barreto, 2003, 2004; Pereira et al., 2010). A luz à noite pode até mesmo modular a expressão do cronotipo, uma vez que adolescentes em zonas urbanas bem iluminadas apresentaram orientação vespertina mais forte do que os de regiões mais escuras e/ou rurais (Vollmer et al., 2012).

Enquanto isso, a exposição à luz pela manhã, estudada com menor frequência, pode trazer benefícios ao CSV (Okamoto et al., 2014; Sahin & Figueiro, 2013; Sahin et al., 2014). Ao comparar crianças dos turnos matutino e vespertino, Anacleto e colaboradores (2014) mostraram que estudantes do matutino se expõem a intensidades luminosas mais altas pela manhã, quando comparados aos da tarde, não havendo diferenças na exposição a luz artificial noturna. Todavia, os horários escolares matutinos causam privação do sono nestas crianças, o que não foi observado nas que estudam a tarde. Outros estudos evidenciam como a luz pela manhã pode avançar os ritmos em jovens, aumentando a duração do sono, diminuindo a

privação (Martinez-Nicolas et al., 2011; Wright et al., 2013), o que poderia resultar em maior alerta e atenção durante as aulas matutinas (Chellappa et al., 2011; Corbett et al., 2012).

Segundo estudos, a exposição à luz (~20 min) de comprimento curto ativa áreas subcorticais envolvidas na manutenção da vigília e áreas corticais associadas a processos cognitivos, como a atenção, que podem se manter ativos por até 5 min após o fim da exposição (Okamoto & Nakagawa, 2015; Vanderwalle, Gais, et al., 2007; Vanderwalle, Schmidt, et al., 2007), independentemente do horário do dia. Além disso, evidências indicam que a luz de comprimento de onda longo modula o alerta durante o dia e à noite, e que isto ocorreria por mecanismos diferentes ao da supressão da melatonina (Okamoto et al., 2014; Sahin & Figueiro, 2013; Sahin et al., 2014).

Todavia, os adolescentes apresentam poucos comportamentos que favorecem à exposição à luz pela manhã, principalmente em dias letivos, tais como: (1) o deslocamento até a escola, em que a distância, o tipo de deslocamento, as condições de mobilidade urbana e o uso de óculos escuros são moduladores desta exposição (Pereira et al., 2010, 2013; Villa-González, Barranco-Ruiz et al., 2018); e (2) a própria permanência na escola, principalmente, dentro da sala de aulas.

Estudos apontam que uma iluminação de qualidade das salas de aula promove melhoras na concentração, humor e aprendizagem (McCreery & Hill, 2005; Norazman et al., 2018; Northeast Energy Efficiency Partnerships [NEEP], 2002). Contudo, a maioria das salas de aula não utiliza luz natural, sendo iluminada artificialmente por lâmpadas fluorescentes, que apresentam espectro descontínuo de luz e cor não natural, associados ao aumento do desconforto visual e estresse, prejudicando o aprendizado (Lorelei, 2003; Küller & Laike, 1998; Martel, 2017; NEEP, 2002). No Reino Unido, a má qualidade da iluminação das salas de aula associou-se à relatos de dores de cabeça e baixo desempenho visual dos estudantes

(Winterbottom & Wilkins, 2009). No Brasil, normas nacionais recomendam intensidades luminosas entre 300 e ≥ 750 lux para o bom funcionamento do SV (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2013). Todavia, em Natal, estudos com adolescentes registraram valores muito abaixo das recomendações: 121,1 lux (Galina, 2017), 142,3 lux (Maia et al., 2011) e 256 lux (Sousa et al., 2007).

Assim, a luz exerce efeitos ativadores agudos ou crônicos, que podem ser benéficos ou maléficos a depender do horário, intensidade e duração da exposição, e do comprimento de onda da luz. Pela manhã, essa ativação associa-se à avanços na fase dos ritmos circadianos, diminuição da privação de sono e da sonolência diurna e melhora da cognição, podendo auxiliar a aprendizagem e o desempenho acadêmico. Todavia, são inexistentes os estudos que relacionam a luz pela manhã ao CSV e atenção de adolescentes em contexto ecológico, em que a imposição dos horários escolares matutinos é um desafio temporal para esta parte da população. Desta forma, propõe-se um estudo para avaliar as relações entre a exposição a luz pela manhã e o CSV e atenção de adolescentes em Natal, RN. Cidade que apresenta baixas latitudes, contribuindo para um cenário de exposição à luz natural relativamente constante e estável durante o ano.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a relação entre a intensidade da exposição à luz pela manhã e o CSV e atenção em adolescentes do turno matutino.

2.2. Objetivos específicos

- ✚ Caracterizar os perfis diários de exposição à luz e de atividade-reposo ao longo de dias letivos e livres e no dia da execução da tarefa de atenção, em adolescentes do turno matutino;
- ✚ Comparar os níveis de exposição à luz e de atividade ao longo das 24h entre dias letivos e livres, em adolescentes do turno matutino;
- ✚ Caracterizar o CSV de acordo com o padrão temporal de sono, a qualidade de sono, sonolência ao despertar e os hábitos de sono; e os componentes da atenção em adolescentes do turno matutino;
- ✚ Avaliar a relação entre a exposição à luz pela manhã em dias letivos e livres, e os padrões de sono e a atenção em adolescentes do turno matutino;
- ✚ Avaliar a relação entre a exposição à luz pela manhã no dia de execução da tarefa de atenção, os padrões de sono na noite anterior à tarefa e a atenção, em adolescentes do turno matutino.

3. HIPÓTESES E PREDIÇÕES

Hipótese 1: Os níveis de exposição à luz e de atividade-reposo irão variar de acordo com os momentos da semana e com a fase de claro e de escuro.

Predição 1: Em dias letivos, os níveis de exposição à luz e de atividade-reposo serão mais altos na fase clara do dia e baixos na fase escura, quando comparado aos dias livres.

Hipótese 2: Os níveis de exposição à luz pela manhã irão variar entre antes e durante a permanência dos estudantes nas salas de aula.

Predição 1: Os níveis de exposição irão diminuir após a entrada dos adolescentes nas salas de aula.

Hipótese 3: A intensidade luminosa pela manhã se relaciona com o padrão temporal de sono, a qualidade de sono, sonolência ao despertar e os componentes da atenção.

Predição 1: Quanto mais alta a intensidade luminosa em dias letivos e livres à qual o adolescente se expõe pela manhã:

- *Mais cedo a meia fase do sono e menor o 'Jetlag' social;*
- *Mais cedo os horários de dormir e acordar;*
- *Mais longos a duração do sono e o tempo na cama;*
- *Mais baixos os níveis das irregularidades do sono;*
- *Melhor a qualidade de sono, representada através de: níveis mais altos de eficiência do sono e mais baixos de latência do sono, 'tempo desperto após o adormecer' (WASO) e despertares noturnos;*
- *Mais baixo o nível de sonolência ao despertar;*

- *Melhor o desempenho atencional representado através de: tempos de reação mais curtos, maior percentagem de respostas corretas e menor de omissões.*

***Predição 2:** Quanto mais alta a intensidade luminosa no dia da execução da tarefa de atenção, melhor o desempenho atencional, ou seja, mais curtos serão os tempos de reação, maior a percentagem de respostas corretas e menor de omissões.*

Hipótese 4: O cronotipo, os padrões de sono na noite anterior à execução da tarefa de atenção e a sonolência ao despertar no dia de execução da tarefa se relacionarão ao desempenho atencional.

***Predição 1:** quanto maior a tendência a vespertinidade, mais tardios os horários de dormir e acordar, menor a duração, maior a latência do sono, maior o WASO e maior a frequência de despertares noturnos, pior será o desempenho atencional; observados por meio de tempos de reação mais longos, menor percentagem de respostas corretas e maior de omissões.*

4. METODOLOGIA

4.1. Participantes e ambiente experimental

Devido à pandemia de Sars-CoV-2 (COVID-19), este trabalho foi realizado utilizando o banco de dados do Laboratório de Cronobiologia e Comportamento da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Os dados analisados fazem parte de 2 projetos de mestrado (Galina, 2017; Oliveira, 2016) aprovados pelo Comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CEP UFRN – pareceres de número 650.621 e 1.489.057) (ANEXOS 1 e 2), que tiveram os dados coletados na cidade de Natal, capital do RN. A cidade de Natal está localizada em baixa latitude (próximo a linha do Equador - Lat.: 05° 47' 42" Sul, Long.: 35° 12' 34" Oeste) e apresenta clima tropical com alta irradiação solar e pequenas variações nos horários de nascer (~04:55h a ~5:35h) e pôr do sol (~17:11h a ~17:44h) e dos crepúsculos (~15min) durante o ano inteiro (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001), o que contribui para uma irradiação solar relativamente estável durante todo o ano.

Este estudo transversal contou com a participação de 99 adolescentes, que estudavam no turno matutino, o qual iniciava as aulas entre 07h e 07:15h. A descrição detalhada do número de indivíduos após desistências e perda de dados encontra-se na Figura 1.

4.2. Critérios e inclusão e exclusão

Foram incluídos adolescentes de ambos os sexos, que estavam matriculados nas primeiras ou segundas séries do ensino médio, no turno matutino, em escolas privadas na cidade de Natal, e que entregam os Termos de Consentimento Livre (TCLE) e Esclarecido e o de Assentimento (TA) assinados.

Foram excluídos das análises estatísticas os participantes que: (1) relataram transtorno de atenção, epilepsia ou sintomas relacionados à ansiedade durante o preenchimento do questionário “A Saúde e o Sono”; (2) não entregaram os Diários de Sono devidamente

respondidos; (3) apresentaram problemas nos dados de atenção devido a alguma falha no programa, ou aqueles que não atingiram os valores de corte para cada um dos componentes da atenção (70% de aproveitamento no alerta tônico e fásico, e na atenção sustentada, e 60% na atenção seletiva); (4) apresentaram problemas durante a coleta dos dados de actimetria, tais como: defeitos no aparelho, que impediram a coleta de dados de atividade-reposo e/ou de exposição à luz; ou não ter usado o aparelho por pelo menos 6 dias completos (4 dias letivos e 2 dias livres) (Galina et al., 2021) (Figura 1).

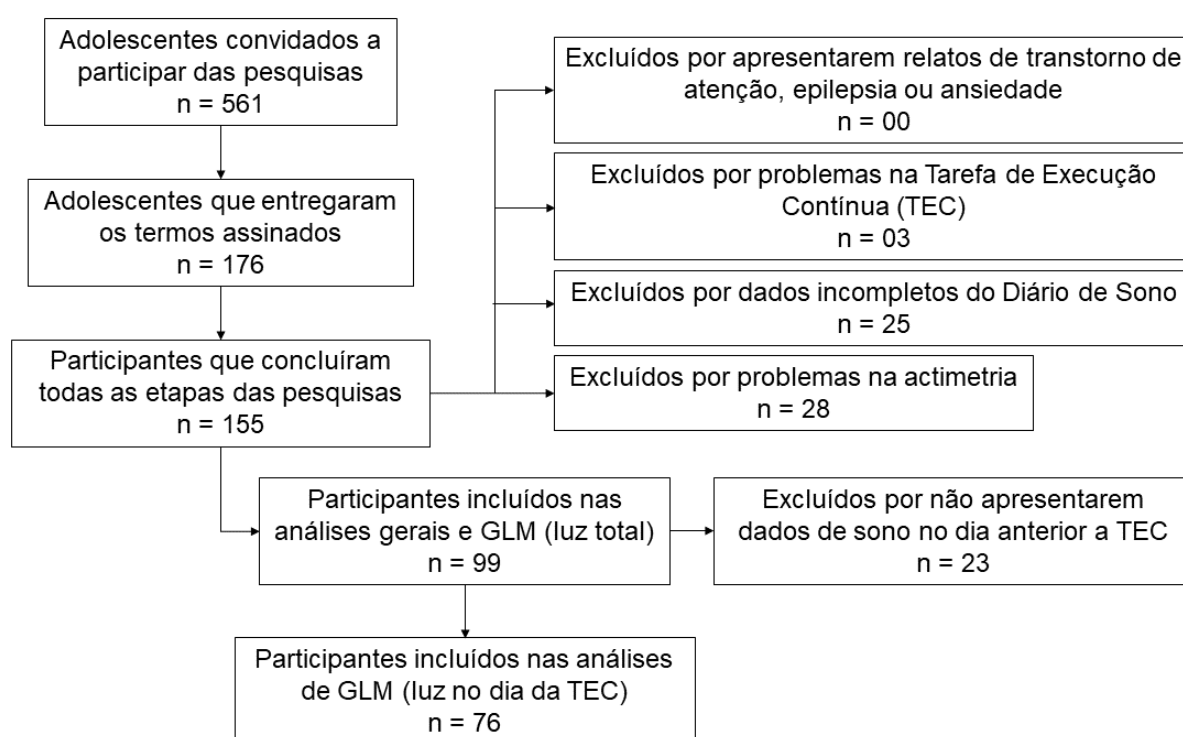


Figura 1: Número de participantes e a perda de dados durante as etapas da pesquisa e na filtragem de dados para a realização das análises estatísticas.

4.3. Coleta de dados

A coleta dos dados utilizados se deu entre setembro de 2014 e novembro de 2016, exceto durante as férias, feriados e períodos de avaliações escolares. Desta forma, após a aprovação do CEP, os projetos foram apresentados à equipe pedagógica das escolas para organização da execução da pesquisa. Esta ocorreu em 3 etapas, em momentos em que os adolescentes se encontravam na escola.

A primeira etapa da coleta de dados consistiu no recrutamento dos alunos, que aconteceu nas salas de aulas, geralmente nas quintas ou sextas-feiras (Quadro 1). Nesta etapa, os objetivos e procedimentos a serem realizados foram esclarecidos e ocorreu a entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – ANEXOS 3 e 4) àqueles que desejavam participar. Neste termo, estão descritos os objetivos, procedimentos e possíveis riscos da pesquisa. O documento foi assinado pelos pais, responsáveis ou pelos próprios alunos, caso fossem maiores de 18 anos. Além disso, foi entregue para os menores de 18 anos o Termo de Assentimento (TA – ANEXO 5), que apresenta as mesmas explicações do TCLE, porém com linguagem acessível a crianças e adolescentes, sendo assinados pelos próprios participantes.

Quadro 1: Atividades, instrumentos e durações de cada etapa da coleta de dados.

<i>Etapa</i>	<i>Atividades</i>	<i>Instrumentos</i>	<i>Duração</i>
1^a	Recrutamento	-	1 dia
	Entrega dos termos	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Termo de Assentimento	
2^a	Caracterização geral da amostra	Questionário “A Saúde e o Sono”	1 dia
3^a	Caracterização do CSV, exposição à luz e atividade-reposo	Diário do Sono Escala de Sonolência de Maldonado Actimetria	10 dias
	Caracterização da atenção	Tarefa de Execução Contínua	1 dia

No início da semana seguinte, eram recolhidos os termos e realizou-se a aplicação do questionário “A Saúde e o Sono” (segunda etapa), para caracterização da amostra e aplicação de parte dos critérios de exclusão. A terceira etapa tinha início nas sextas-feiras (uma semana após o primeiro contato com os alunos), momento em que entre 15 e 20 estudantes recebiam um actímetro e diário do sono, onde se encontrava a Escala de Sonolência de Maldonado. Estes instrumentos deveriam ser usados e respondidos durante 10 dias seguidos. Na semana seguinte, durante o preenchimento do diário, era aplicada a Tarefa de Execução Contínua (TEC) entre as

terças e sextas-feiras. Em cada dia de coleta era possível avaliar, no máximo, 5 adolescentes. As etapas, suas durações e os instrumentos utilizados estão relatados no Quadro 1.

Foram realizados estudos pilotos para o ajuste das metodologias. Desta forma, certificou-se a eficácia dos equipamentos, questionários e da tarefa de atenção apresentada aos participantes. A adesão dos participantes via assinatura dos termos contou com a participação de 22 estudantes matriculados no 2º ano, os quais foram incluídos na amostra final deste trabalho, pois não houve diferenças na metodologia aplicada posteriormente.

4.3.1. Instrumentos

4.3.1.1. Caracterização geral da amostra

4.3.1.1.1. Questionário “A Saúde e o Sono” (ANEXOS 6 e 7)

Compreende questões diversas acerca da saúde geral, hábitos de sono e outras informações relacionadas ao cotidiano do participante, tais como: horários em que se sentem mais sonolentos durante o dia e que tipo de deslocamento geralmente é utilizado para ir à escola, dentre outros (Mathias et al., 2006). Foram incluídas questões para avaliação da classificação econômica dos participantes, seguindo o Critério de Classificação Econômica do Brasil (CCEB) elaborado pela ABEP (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, n.d.). As questões inferem sobre bens materiais, condição de moradia e grau de instrução dos responsáveis, que geram um escore subdividido em 8 classes econômicas distintas. É importante frisar que a avaliação e classificação é atualizada anualmente, e que a amostra analisada seguiu as classificações dos anos em que foram coletados. Os Quadros 2 e 3 apresentam os critérios utilizados.

4.3.1.2. Caracterização do CSV, da exposição à luz e da atividade-reposo

4.3.1.2.1. Diário de Sono (ANEXO 8)

A adaptação deste formulário por Andrade (1997) e por Louzada (2000) apresenta questões acerca dos horários de deitar e acordar, os motivos para tais horários, a forma de despertar pela manhã, e a frequência e horários de início e fim de cochilos. Foi respondido por 10 dias consecutivos (6 dias letivos e 4 livres), iniciando-se na manhã do primeiro sábado. Este instrumento foi utilizado como referencial para a análise dos dados de sono coletados pela actimetria.

Quadro 2: Classificação econômica, escores e renda média domiciliar em Reais segundo o CCEB, 2014.

<i>Classificação econômica</i>	<i>Escore</i>	<i>Renda média domiciliar (R\$)</i>
A1	42 - 46	9.733,00
A2	35 - 41	6.564,00
B1	29 - 34	3.479,00
B2	23 - 28	2.013,00
C1	18 - 22	1.195,00
C2	14 - 17	726,00
D	8 - 13	485,00
E	0 - 7	277,00

Quadro 3: Classificação econômica, escores e renda média domiciliar em Reais segundo o CCEB, 2015.

<i>Classificação econômica</i>	<i>Escore</i>	<i>Renda média domiciliar (R\$)</i>
A	45 - 100	20.272,56
B1	38 - 44	8.695,88
B2	29 - 37	4.427,36
C1	23 - 28	2.409,01
C2	17 - 22	1.446,2
D - E	0 - 16	639,78

4.3.1.2.2. Escala de Sonolência de Maldonado (ANEXO 8)

A Escala de Sonolência desenvolvida por Maldonado e colaboradores (2004) avalia a sonolência através das ilustrações de cinco faces, que sinalizam diferentes níveis de sonolência (desde um indivíduo alerta até um muito sonolento). Neste trabalho, utilizou-se a escala adaptada por Belísio (2014), que adicionou 4 faces à escala original para que os participantes pudessem identificar diferentes níveis de sonolência, totalizando nove faces na escala. Esta escala foi inserida no diário de sono, sendo preenchida por 10 dias consecutivos após o despertar.

4.3.1.2.3. Actimetria

O actímetro, aparelho semelhante a um relógio de pulso, coleta informações sobre quantidade de movimento realizado e intensidade luminosa a que os usuários se expõem ao longo do tempo. Foi utilizado concomitantemente ao preenchimento do diário de sono como medida objetiva de avaliação do CSV, e para a caracterização da atividade-reposo e exposição à luz. Os participantes foram instruídos a usá-lo no pulso do braço não-dominante, bem como não o cobrir com casacos, camisas ou blusas de manga comprida, de modo a deixar o equipamento sempre exposto à luz ambiente.

Os dados foram coletados em intervalos de 1 min, servindo como base para a construção de perfis diários de atividade-reposo e de exposição à luz, com o intuito de observar o padrão destes perfis nos adolescentes da amostra. O modelo de actímetro utilizado foi o ActTrust da empresa brasileira *Condor Instruments* (Condor Instruments, 2015).

4.3.1.3. Caracterização da atenção

4.3.1.3.1. Tarefa de Execução Contínua (TEC)

A TEC proposta por Valdez e colaboradores (2005) é uma tarefa neuropsicológica apresentada de forma resumida na Figura 2. Geralmente aplicada em um computador, que deve ter tela com tamanho de 14' ou 15' polegadas. Nesta tarefa, os participantes são solicitados a utilizar apenas os dedos indicador, médio e anular para pressionar, respectivamente, 1, 2 e 3 em um teclado numérico, de acordo com os números que aparecem na tela, que variam de 0 a 9. Assim, deve-se pressionar 1 para números de 0 a 8 (indicativo do alerta tônico); pressionar 2 para o aparecimento do número 9 (indicativo atenção seletiva); e 3 para o número 4, quando este aparecer imediatamente após um número 9 (indicativo do alerta fásico). A execução da tarefa completa é tida como um indicativo da atenção sustentada.

A tarefa consiste em 27 blocos, cada um com 20 estímulos randômicos, constituindo 540 estímulos: 14 aparições de números diferentes de 9, 4 aparições do número 9, e 2 aparições do número 4 após o 9. A duração da permanência de cada estímulo na tela é de 100 ms, enquanto a duração entre estímulos pode variar aleatoriamente em ~1200, variando entre 1000 e 1400 ms, e totalizando uma duração total da tarefa de ~12 min.

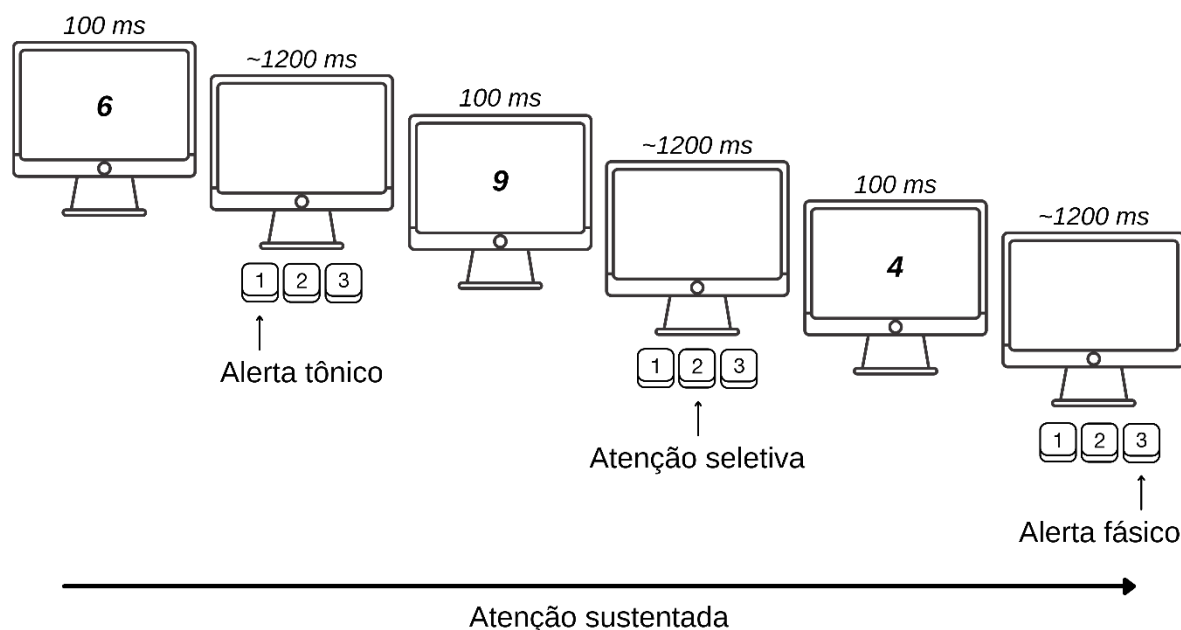


Figura 2: Esquema da Tarefa de Execução Contínua e componentes da atenção avaliada. Modificado de Valdez (2005).

As respostas do participante são utilizadas para a avaliação dos quatro componentes da atenção. Neste trabalho, a aplicação da tarefa se deu por meio de um laptop, no qual foi instalado o SuperLab, programa para a execução da TEC. Assim, o estudante foi retirado da sala de aulas entre às 7:30h e 9:30h, sendo a tarefa realizada em uma sala reservada, com o mínimo de interferência de estímulos exteriores. Ao chegar o aluno permanecia em repouso, sentado, por 5 min, e recebia as instruções para a realização da TEC. Após o repouso havia um treinamento (~3 min de duração), seguida pela execução da tarefa completa. Este procedimento acontecia apenas uma vez com cada participante.

4.4. Análise dos dados

Com o intuito de caracterizar a amostra, a classificação econômica e o tipo de deslocamento utilizado para ir à escola foram comparados através de testes Qui-quadrado com correções de Bonferroni.

Para construção dos perfis de atividade-reposo e de exposição à luz foram utilizados os dados de actimetria. Para tanto, usou-se os dados de atividade-reposo em sua forma bruta, diretamente do output do *ActStudio* (*Condor Instruments*), enquanto os dados de iluminação foram transformados em logaritmo ($\log\text{Lux}$) para normalização da amostra. Assim, calculou-se a média por hora, que resultou em 24 valores por dia, o que permitiu a construção de um perfil com os 10 dias coletados. Fez-se um agrupamento das médias dos 10 dias, o que possibilitou a construção de um perfil de atividade-reposo e exposição à luz de acordo com a hora do dia. Ademais, construiu-se um perfil apenas com os dados do dia da realização da TEC. Com o intuito de complementar as informações contidas nos gráficos e como forma de orientar o leitor com relação aos momentos de claro e escuro naturais foram usados dados do fotoperíodo na época das coletas de dados para a construção de todos os perfis (Fonte: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [CPTEC/INPE], 2016; United States Navy [U.S. Navy], 2001).

Com o objetivo de comparar os níveis de atividade-reposo e exposição à luz entre os horários do dia e os momentos da semana foram feitas ANOVAs de 2 vias com medidas repetidas, tendo os horários (0-23h) e os momentos da semana (dias letivos e livres) como fatores de repetição para as análises.

Além disso, foram comparadas as variâncias da exposição a luz pela manhã entre dias letivos e livres (geral) e especificamente no dia da execução da tarefa de atenção desde o despertar até a entrada do adolescente na sala de aula (*DS*) e do despertar até a execução da tarefa (*DT*). Para tal, escolheu-se uma janela de análise dos dados entre os horários 05-13h, uma

vez que este intervalo atende a parte da janela de avanços de fase no ritmo circadiano promovidos pela exposição a luz (Crowley & Eastman, 2017). Estas variâncias foram comparadas entre os momentos da semana, bem como especificamente no dia de execução da TEC, desde o despertar até a entrada do adolescente na sala de aula (*DS*) e do despertar até a execução da tarefa (*DT*) por ANOVAs de 1 via.

Para avaliação do padrão temporal de sono, foram obtidas as seguintes variáveis através da análise de actimetria realizada no programa *ActStudio* (Condor Instruments): (1) horários de dormir e (2) acordar, (3) duração do sono e (4) tempo na cama. Por meio do mesmo software foram obtidas as seguintes variáveis para a avaliação objetiva da qualidade do sono: (1) latência e (2) eficiência do sono, (3) tempo acordado após o início do sono (*WASO*), e (4) despertares noturnos. Teste t de amostras pareadas (dependentes) foram usados para comparar estas variáveis entre dias letivos e livres.

Para a caracterização da meia fase do sono foi utilizada a fórmula elaborada por Roenneberg e colaboradores (2007) para o Questionário de Cronotipo de Munique. Todavia, foram utilizados como base para estes cálculos os dados de sono obtidos através da actimetria. Enquanto o *Jetlag social* foi calculado com base no proposto por Jankowski (2017), através da diferença entre o início do sono em dias de trabalho (neste caso, dias letivos) e dias livres.

Além disso, foram calculadas as irregularidades dos horários de dormir e acordar através dos desvios padrões da média dos horários destas variáveis. Assim como, as irregularidades da duração do sono e do tempo na cama, que foram obtidas por meio da subtração das médias destes horários entre dias letivos e livres.

Os horários de início e fim, e a duração dos cochilos foram acessados por meio dos relatos obtidos nos diários de sono. Enquanto isso, a sonolência foi registrada pela Escala de Sonolência de Maldonado logo após o despertar. Todas estas variáveis foram analisadas por

meio de Testes t de amostras pareadas (dependentes) com o intuito de comparar dias letivos e livres. Além disso, foram avaliadas variáveis associadas ao CSV e aos hábitos de sono em dias letivos e livres, tais como: percentagem da amostra que cochila, os motivos para os horários relatados para dormir e acordar, a forma de despertar e os horários que se sente mais sonolento durante o dia. Cada uma destas variáveis foi comparada entre dias letivos e livres através de testes Qui-quadrado e correções de Bonferroni. É importante mencionar que houve aula no primeiro sábado do período da coleta de dados para alguns participantes. Desta forma, este dia foi considerado como dia letivo para estes estudantes na maioria das análises, com exceção dos hábitos de sono descritos acima.

Para caracterizar o desempenho dos participantes na TEC foram consideradas as seguintes variáveis para cada componente da atenção: (1) o tempo de reação nas respostas corretas, (2) a percentagem de respostas corretas e (3) as omissões (percentagem de estímulos sem resposta). Ademais, para a atenção sustentada: (1) Estabilidade ao longo da tarefa (representada através dos coeficientes de regressão linear da percentagem de respostas corretas e do tempo de reação ao longo da tarefa); e (2) Estabilidade geral (representado pelo desvio padrão da percentagem de respostas corretas e do tempo de reação ao longo da tarefa).

Com o intuito de avaliar a relação entre a luz pela manhã e o sono e a atenção montou-se um *GLM (General Linear Model)*, tendo a exposição à luz pela manhã em dias letivos e dias livres como variáveis previsoras (independentes), primeiramente em um modelo com as seguintes variáveis do sono: (1) meia fase do sono, (2) *Jetlag social*, (3) sonolência ao despertar, (4) horários de dormir, (5) horários de acordar, (6) duração do sono, (7) tempo na cama, (8) irregularidade nos horários de dormir, (9) irregularidade nos horários de acordar, (10) irregularidade na duração do sono, (11) irregularidade no tempo na cama, (12) latência do sono, (13) eficiência do sono, (14) *WASO* e (15) despertares noturnos. Posteriormente, foi feito um

segundo modelo com os mesmos preditores para as variáveis da atenção: tempos de reação, percentagem de respostas corretas e de omissões nos alertas tônico e fásico, e na atenção seletiva; e para a atenção sustentada foram incluídas a estabilidade geral e a estabilidade ao longo da tarefa.

Com o intuito de avaliar a relação da luz pela manhã especificamente com a TEC, foi feito outro *GLM*, tendo a intensidade de exposição à luz no dia de execução da tarefa: (1) desde o despertar até a entrada do adolescente na sala de aula (*DS*) e (2) do despertar até a execução da tarefa (*DT*) como previsoras para as variáveis descritas na *GLM* anterior, com exceção das irregularidades do sono. Ademais, neste modelo, todas as variáveis do CSV são referentes à noite anterior ao dia da TEC ou na manhã da execução da tarefa (para as variáveis da atenção, para o horário de acordar e a sonolência ao despertar).

Para todas os *GLMs* modeladas foram incluídos o sexo, o ano em que o adolescente estava matriculado, a classificação econômica e o tipo de transporte usado para ir à escola como controle, uma vez que outros estudos observaram que estas variáveis podem se relacionar com o sono e a cognição (Díaz-Morales & Escribano, 2015; Pereira et al., 2013; Ziporyn et al., 2022). Desta forma, estes fatores foram inseridos com o objetivo de avaliar relações com as variáveis de sono e de atenção analisadas ou se há interferência destes fatores sobre as relações da exposição a luz e as variáveis dependentes.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio dos programas IBM SPSS *Statistics, version 20* e Statsoft *Statistica, version 8.0*, sendo considerado nível de significância de 5% para todos os testes descritos.

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização geral da amostra

Este estudo contou com a participação de 99 adolescentes (63 meninas), sendo 29 matriculados no 1º ano e 70 no 2º ano, com idade entre 14-18 anos ($15,7 \pm 0,8$ anos). Houve diferença na distribuição dos participantes entre as categorias da classificação econômica ($\chi^2 = 25,52$, $p < 0,001$), havendo prevalência de indivíduos nas classes B2 e C1, assim como entre os tipos de deslocamento até a escola ($\chi^2 = 113,80$, $p < 0,001$), com a predominância do uso de carros (Tabela 1).

Tabela 1: Distribuição da classificação econômica e tipo de transporte usado para ir à escola (%).

<i>Classificação econômica</i>	<i>(%)</i>	<i>p</i>
A	16,7	<0,001
B1	14,6	
B2	29,2	
C1	25	
C2	10,4	
D-E	4,2	
<i>Tipo de deslocamento</i>		
Carro	70,8	<0,001
Ônibus	14,6	
A pé	9,3	
Outro	5,20	

Testes Qui-quadrado com correção de Bonferroni.

5.2. Ciclo sono-vigília

5.2.1. Padrão temporal e qualidade do sono e sonolência ao despertar

Os adolescentes dormiram mais tarde ($t_{(98)} = -11,49$, $p < 0,05$), acordaram mais cedo ($t_{(98)} = -17,71$, $p < 0,05$), dormiram menos ($t_{(98)} = -8,03$, $p < 0,05$) e passaram menos tempo na cama ($t_{(98)} = -10,55$, $p < 0,05$) em dias letivos, quando comparados a dias livres (Figura 3). Algumas variáveis associadas à qualidade do sono apresentaram diferenças: houve maior WASO ($t_{(98)} = -6,14$, $p < 0,05$) e menor frequência de despertares noturnos ($t_{(98)} = -6,86$, $p < 0,05$) em dias letivos, sem diferenças na latência ($t_{(98)} = 0,41$, $p = 0,67$) e na eficiência do sono ($t_{(98)} = 0,17$, $p = 0,81$), que apresentou valores médios em torno de 81% (Tabela 2).

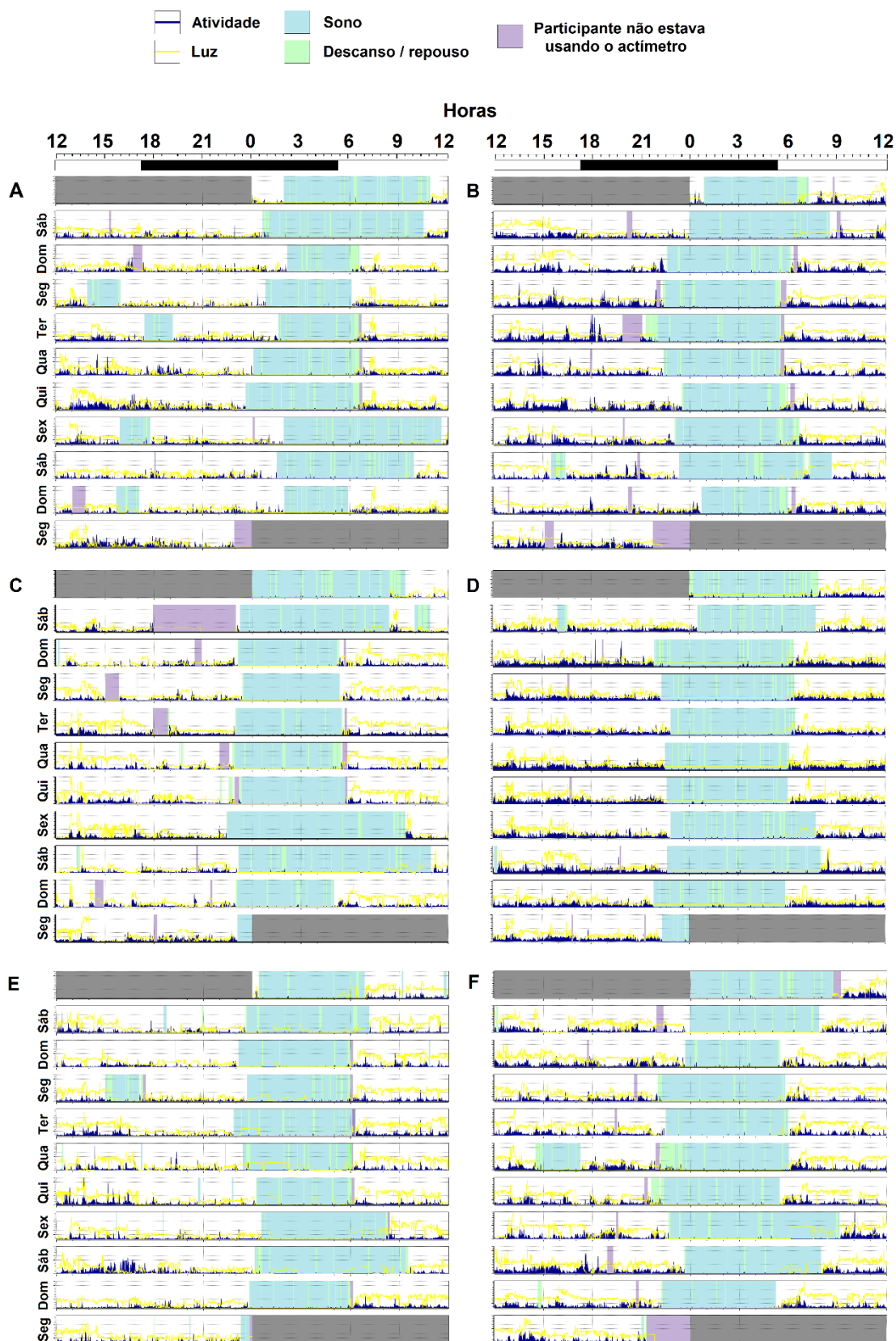


Figura 3: Actogramas representativos dos 10 dias de coleta de dados de seis dos participantes da amostra (participantes A, B, C, D, E e F).

Tabela 2: Médias e desvios padrões das variáveis do ciclo sono-vigília avaliados.

<i>Parâmetros</i>	<i>n</i>	<i>médias</i>	<i>p</i>
<i>Meia fase do sono</i>	99	03:42 ± 0:53	-
<i>Horário de dormir</i>	99		<0,05
<i>Dias letivos</i>		23:11 ± 1:00	
<i>Dias livres</i>		00:10 ± 1:04	
<i>Horário de acordar</i>	99		<0,05
<i>Dias letivos</i>		06:17 ± 0:25	
<i>Dias livres</i>		08:58 ± 1:33	
<i>Duração do sono</i>	99		<0,05
<i>Dias letivos</i>		05:53 ± 0:55	
<i>Dias livres</i>		06:43 ± 0:58	
<i>Tempo na cama</i>	99		<0,05
<i>Dias letivos</i>		07:13 ± 0:59	
<i>Dias livres</i>		08:46 ± 1:10	
<i>Latência do sono</i>	99		=0,67
<i>Dias letivos</i>		00:25 ± 0:20	
<i>Dias livres</i>		00:24 ± 0:25	
<i>Eficiência do sono (%)</i>	99		=0,81
<i>Dias letivos</i>		81,4 ± 9,2	
<i>Dias livres</i>		81,3 ± 9,9	
<i>WASO</i>	99		<0,05
<i>Dias letivos</i>		00:50 ± 0:28	
<i>Dias livres</i>		00:05 ± 0:34	
<i>Despertares noturnos</i> ⁺	99		<0,05
<i>Dias letivos</i>		8 ± 5	
<i>Dias livres</i>		10 ± 5	
<i>Sonolência ao despertar</i>	99		<0,05
<i>Dias letivos</i>		5 ± 2	
<i>Dias livres</i>		4 ± 2	
<i>Irregularidades</i>	99		<0,05
<i>Dormir</i>		01:11 ± 0:30	
<i>Acordar</i>		01:50 ± 0:41	
<i>Duração do sono</i>		00:50 ± 1:02	
<i>Tempo na cama</i>		00:31 ± 1:29	
<i>Jetlag social</i>	99	01:04 ± 0:43	-

⁺ Variável medida em unidades arbitrárias. Testes t de amostras pareadas (dependentes). Nível de significância, $p < 0,05$.

Houve diferenças na sonolência ao despertar, com maiores níveis em dias letivos (5 ± 2) que em dias livres (4 ± 2) ($t_{(91)} = 8,45$, $p < 0,05$ – Tabela 2).

As irregularidades nos horários de dormir e acordar e o *Jetlag social* variaram entre $01:11 \pm 0:30$ e $01:04 \pm 0:43$ horas. Enquanto as irregularidades do tempo na cama e da duração do sono variaram entre $00:50 \pm 1:02$ e $00:31 \pm 1:29$ minutos (Figura 3 e Tabela 2).

A Figura 4 demonstra a distribuição de frequências para as meias fases do sono da amostra, em que se observa uma inclinação para a matutuidade nos indivíduos estudados ($D_{(19)} = 0,29, p < 0,05$).

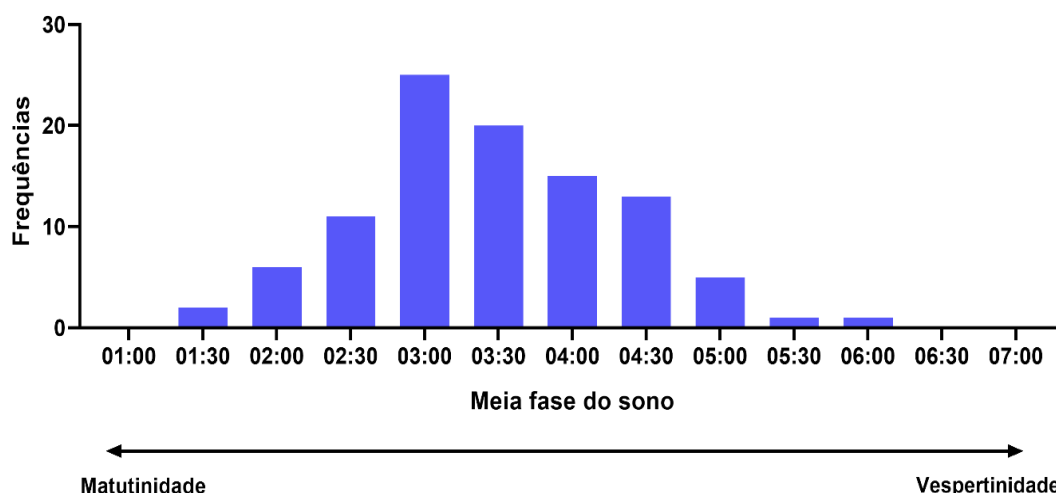


Figura 4: Distribuição das frequências das meias fases de sono observadas, subdivididas em blocos de 30 min.

Houve um menor percentual de adolescentes que cochilam em dias letivos quando comparado a dias livres ($\chi^2 = 31,27, p < 0,05$ – Figura 3), não havendo diferenças nos horários de início ($t_{(52)} = 0,42, p = 0,67$) e fim ($t_{(52)} = 0,33, p = 0,73$), e duração ($t_{(52)} = -1,49, p = 0,14$) destes cochilos entre os momentos da semana (Tabela 3).

Tabela 3: Médias e desvios padrões das variáveis do cochilo avaliadas.

Parâmetros	n	Dias letivos	Dias livres	p
Cochilos (%)	155	33,8	61,0	<0,05¹
<i>Início</i>		14:09 ± 2:42	13:37 ± 2:49	=0,67 ²
<i>Fim</i>		15:44 ± 2:58	15:05 ± 2:57	=0,73 ²
<i>Tempo na cama</i>		01:34 ± 0:58	01:40 ± 0:56	=0,14 ²

Os cochilos foram obtidos através dos diários de sono. ¹ Testes Qui-quadrado, associados a correções de Bonferroni. ² Testes t de amostras pareadas (dependentes). Nível de significância, $p < 0,05$.

5.2.2. Hábitos de sono

O percentual de relatos dos motivos para os horários de dormir diferiu entre momentos da semana ($\chi^2 = 16,31, p < 0,05$). O uso da TV (22,3%) e computadores (15,5%) ocorreram com maior frequência em dias livres; enquanto o uso da TV (15,3%), estudo (12,7%) e ‘outro’

(10,2%) em dias letivos. Independente do dia da semana, o uso de celulares foi o motivo predominante (dias letivos: 39,2% e dias livres: 36,3% – Figura 5).

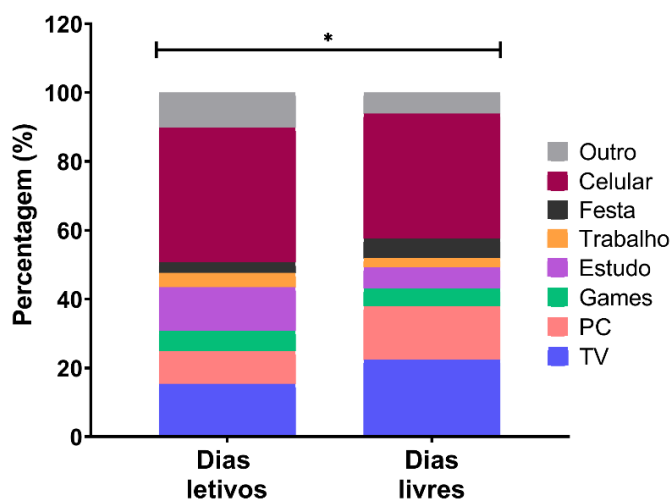


Figura 5: Distribuição do percentual dos motivos relatados pelos adolescentes para os horários de dormir em dias letivos e livres. Teste Qui-quadrado com correção de Bonferroni. * diferença entre os momentos da semana, $p < 0,05$.

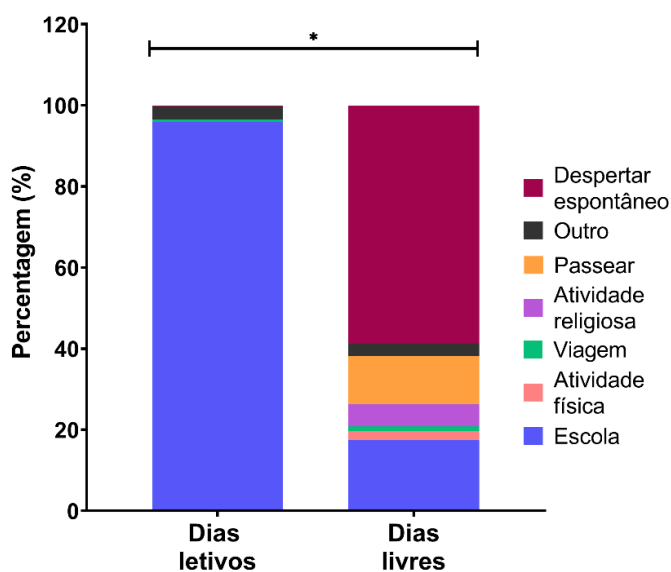


Figura 6: Distribuição do percentual dos motivos relatados pelos adolescentes para os horários de acordar em dias letivos e livres. Teste Qui-quadrado com correção de Bonferroni. * diferença entre os momentos da semana, $p < 0,05$.

O percentual de relatos dos motivos para os horários de acordar diferiu entre momentos da semana ($\chi^2 = 431,68$, $p < 0,001$). A escola foi relatada como motivo predominante em dias letivos (96%), com menor proporção em dias livres (sábados – 17,5%). Nos dias livres, os

motivos relatados em maior frequência foram o despertar espontâneo (58,7%) e passeios (11,9% – Figura 6).

O percentual de relatos para as formas de despertar diferiram entre momentos semana ($\chi^2 = 93,87$, $p < 0,001$). O uso do despertador (45,2%) e a necessidade de ser acordado por outra pessoa ('alguém chamou' 41,7%) foram relatados com maior frequência em dias letivos, e o despertar espontâneo (59,7%) em dias livres (Figura 7).

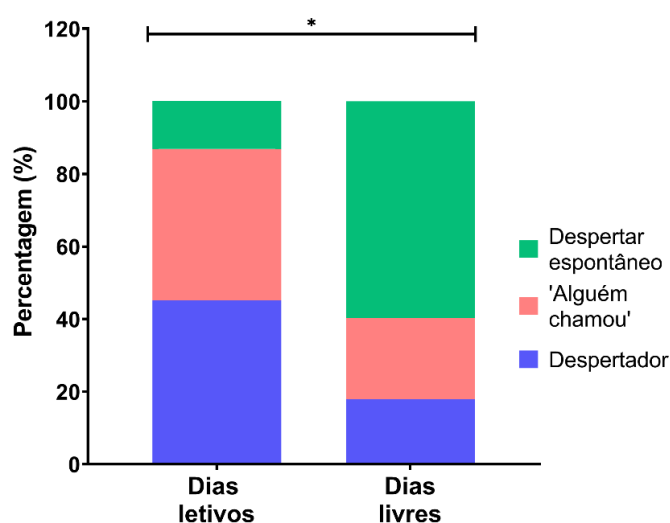


Figura 7: Distribuição do percentual das formas de despertar relatadas pelos adolescentes para os horários de acordar em dias letivos e livres. Teste Qui-quadrado com correção de Bonferroni. * diferença entre os momentos da semana, $p < 0,05$.

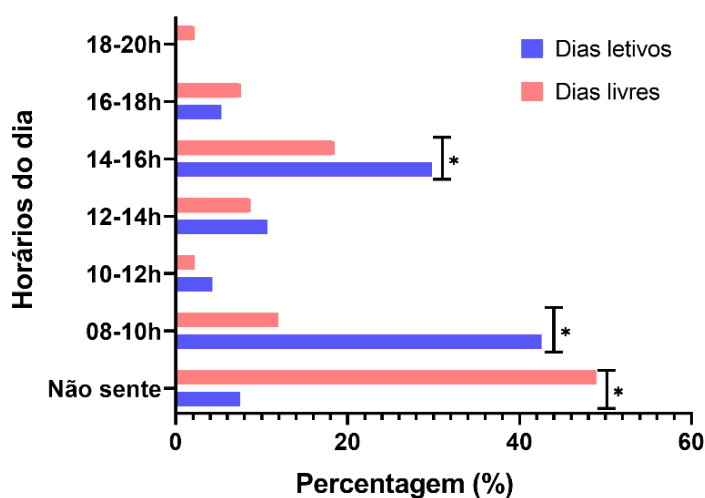


Figura 8: Distribuição dos horários em que os adolescentes relataram se sentir mais sonolentos durante o dia em dias livres e letivos. Teste Qui-quadrado com correção de Bonferroni. * diferenças entre os momentos da semana, $p < 0,05$.

Os horários em que os adolescentes se sentiram sonolentos diferiram entre os momentos da semana ($\chi^2 = 125,66$, $p < 0,001$ – Figura 8). A maior percentagem de relatos foi observada entre as 08-10h (42,55%) e 14-16h (29,79%) em dias letivos. Em dias livres, os participantes analisados relataram com maior frequência não se sentir sonolento (48,91%).

5.3. Atenção

Os adolescentes analisados apresentaram tempos de reação médio de 319,41ms para o alerta tônico, 377,51ms para a atenção seletiva e 293,75ms para o alerta fásico (Figura 9A). Para o percentual de respostas corretas, registrou-se os seguintes valores: 93,71%, 77,55% e 78,17%, respectivamente para os mesmos componentes (Figura 9B); e 2,73% de omissões para o alerta tônico, 2,04% para a atenção seletiva e 2% para o alerta fásico (Figura 9C). Para as variáveis da atenção sustentada analisadas, a estabilidade ao longo da tarefa apresentou coeficiente negativo e próximo a zero (-0,02) para as respostas corretas, indicando estabilidade; enquanto o coeficiente para os tempos de reação foi positivo (0,19), indicando declínio da função cognitiva com a progressão do tempo na tarefa (Figura 9D). A estabilidade geral mostrou estas mesmas tendências ao apresentar baixos desvios padrões para as respostas corretas e altos desvios para os tempos de reação (Figura 9E).

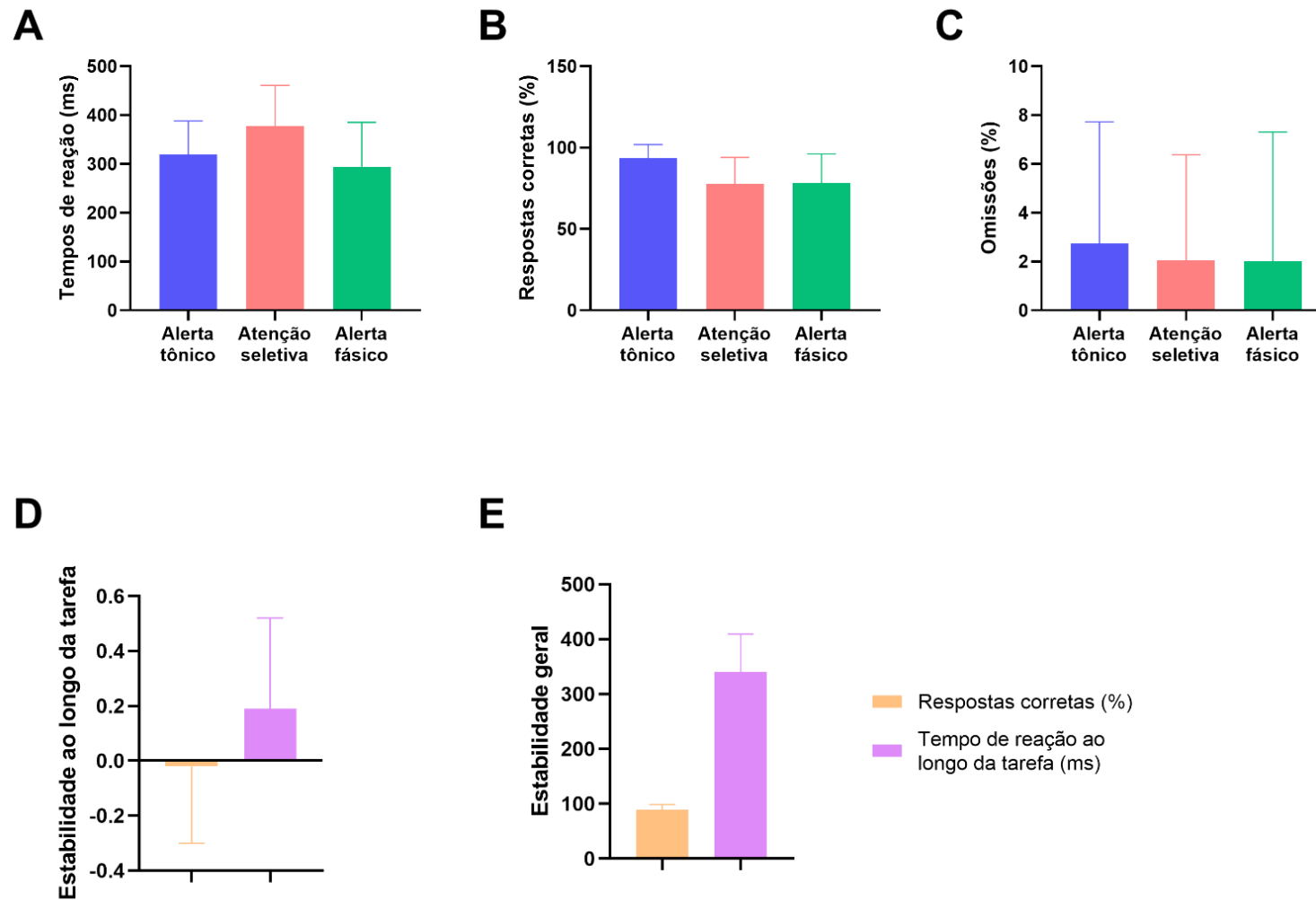


Figura 9: Parâmetros de análise do alerta tônico, atenção seletiva e alerta fásico dos participantes por grupo: (A) tempo de reação; (B) percentagem de respostas corretas; e (C) percentual de omissões. Parâmetros de análise da atenção sustentada: (D) Estabilidade no tempo de reação e percentual de acertos ao longo da tarefa; e (E) estabilidade geral da percentagem de respostas corretas e tempo de reação durante a tarefa.

5.4. Perfis de exposição diária à luz e de atividade-reposo

O perfil de exposição diária à luz (Figura 10) apresentou diferenças entre os momentos da semana ($F_{(9, 9444)} = 86,84$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,08$, $\psi = 1$). Os adolescentes se expuseram a intensidades luminosas mais altas das 06-11h e das 13-14h em dias letivos (Bonferroni $< 0,05$, Figura 11A), e entre as 11-15h em dias livres (Bonferroni $< 0,05$ – Figura 11B). Em dias livres registrou-se luminosidade se estendendo até às 3h, diferentemente dos dias letivos.

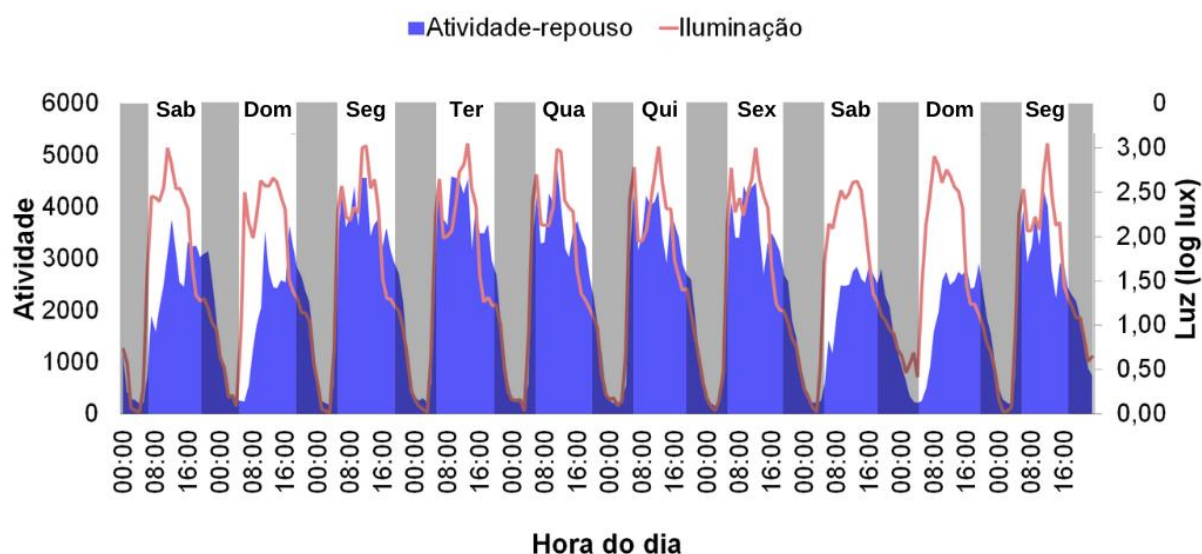


Figura 10: Perfil diário de exposição à luz e atividade-reposo dos adolescentes da amostra computados a partir de valores médios compondo os 10 dias de dados analisados. Os retângulos em cinza representam uma média do fotoperíodo durante os dias coletados (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001). Anovas de medidas repetidas, $p < 0,05$.

O perfil de atividade-reposo (Figura 9) apresentou diferenças entre os momentos da semana ($F_{(11, 11631)} = 84,26$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,07$, $\psi = 1$), em que houve maior atividade em dias letivos das 06-17h (Bonferroni $< 0,05$ – Figura 11A) e das 17-21h nos dias livres (Bonferroni $< 0,05$ – Figura 11B). Ademais, em dias livres, registrou-se que a atividade se estendeu até as 3h, diferentemente dos dias letivos.

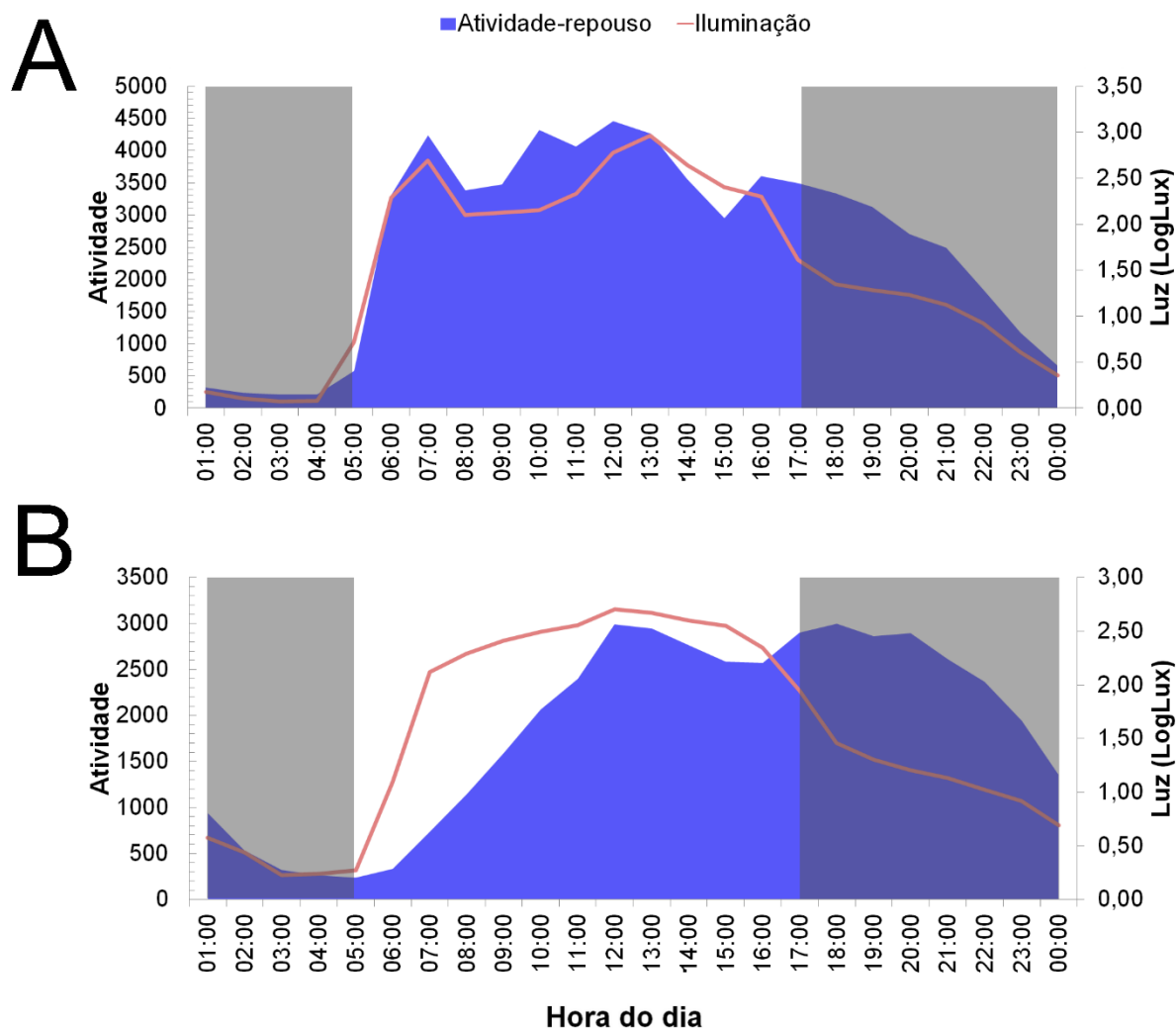


Figura 11: Perfis diários de exposição à luz e atividade-reposo dos adolescentes representando as médias de cada horário em dias letivos (A) e dias livres (B). Os retângulos em cinza representam uma média do fotoperíodo durante os dias coletados (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001). Anovas de medidas repetidas, $p < 0,05$.

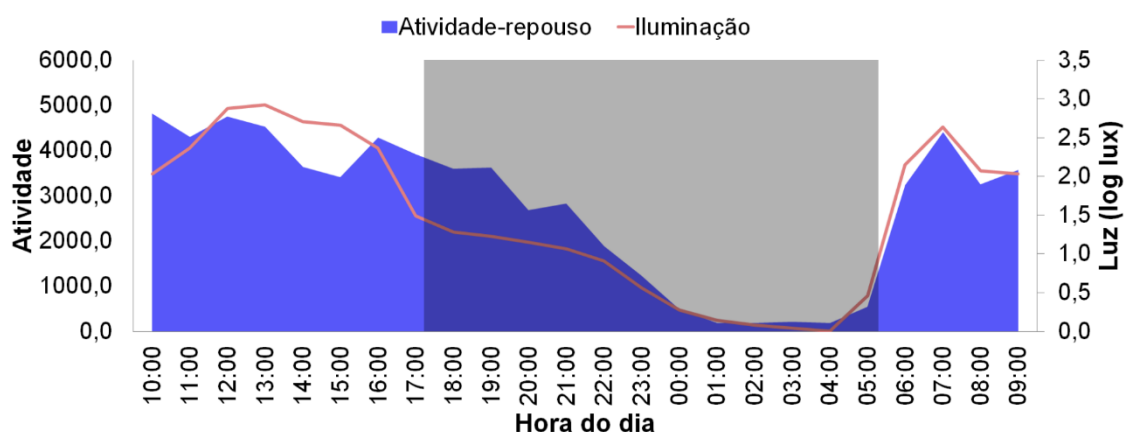


Figura 12: Perfil de exposição à luz e atividade-reposo dos adolescentes da amostra representando as médias de cada horário no dia da realização da TEC. Os retângulos em cinza representam uma média do fotoperíodo durante os dias coletados (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001).

A figura 12 ilustra o perfil de exposição à luz e atividade-reposo dos adolescentes avaliados representando as médias de cada horário no dia de realização da tarefa de atenção (TEC).

As médias da intensidade luminosa geral pela manhã não diferiu entre momentos da semana ($F_{(1, 97)} = 0,01$, $p > 0,89$, $\eta^2 = 0,00$, $\psi = 0,05$ – Tabela 4). Enquanto isso, as médias de exposição à luz na manhã do dia de execução da TEC desde o despertar até a entrada do adolescente na sala de aula (*DS*) e do despertar à execução da tarefa (*DT*) diferiram ($F_{(1, 72)} = 10,46$, $p = 0,002$, $\eta^2 = 0,12$, $\psi = 0,89$), sendo a média de *DS* mais elevada que *DT* (Tabela 4).

Tabela 4: Médias (e desvios padrões) da intensidade luminosa pela manhã de forma geral (todos os dias de coleta) e especificamente no dia de execução da TEC.

	<i>Média (Lux)</i>	<i>Média (LogLux)</i>	<i>Varição (Lux)</i>	<i>F</i>
<i>Luz (geral)</i>				0,01
<i>Dias letivos</i>	711,55 ± 963,49	2,70 ± 0,36	45,21 - 9.290,39	
<i>Dias livres</i>	816,06 ± 1.832,22	2,71 ± 0,47	40,41 - 19.080,11	
<i>Luz (TEC)</i>				10,46*
<i>DS</i>	1.615,04 ± 3.715,85	2,69 ± 0,62	22,20 - 7.749,88	
<i>DT</i>	644,87 ± 949,60	2,53 ± 0,42	27,69 - 2.304,20	

DS: exposição à luz pela manhã desde o despertar até a entrada do adolescente na sala de aula; *DT*: exposição à luz pela manhã desde o despertar até a execução da tarefa. * $p < 0,05$.

5.5. Relação entre a luz pela manhã e variáveis do sono e atenção

O modelo 1 das *GLMs* teve a exposição à luz pela manhã em dias letivos e livres como previsores para as variáveis do sono. A descrição integral da regressão linear multivariada para os modelos não-ajustado e ajustado, o qual ademais inclui as variáveis de controle, sexo do participante, ano em que estava matriculado, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola, encontra-se no APÊNDICES (Tabela 10).

Apenas no modelo não-ajustado a exposição à luz em dias letivos previu associação positiva com os horários de dormir ($B = 47,84$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,07$, $\psi = 0,74$) e negativa com a duração do sono ($B = -41,43$, $p = 0,01$, $\eta^2 = 0,06$, $\psi = 0,70$) e o tempo na cama ($B = -47,22$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,07$, $\psi = 0,74$) em dias letivos. Assim, maiores exposições luminosas pela manhã

foram indicativas de horários de dormir mais tardios, e duração do sono e tempo na cama mais curtos em dias letivos. A descrição integral dos resultados para o modelo não-ajustado encontra-se no APÊNDICES (Tabela 11).

Em ambos os modelos a exposição à luz em dias livres associou-se negativamente aos horários de dormir em dias letivos ($B = -30,36$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,04$, $\psi = 0,51$) e livres ($-38,43$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,06$, $\psi = 0,63$), aos horários de acordar em dias livres ($B = -63,29$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,09$, $\psi = 0,76$) e a irregularidade do tempo na cama ($B = -51,34$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,06$, $\psi = 0,60$). Desta forma, maiores exposições luminosas em dias livres foram associadas a dormir mais cedo em dias letivos e livres, acordar mais cedo nos dias livres, e ter maior regularidade no tempo na cama entre semana e fim de semana (Tabela 5). Estes modelos explicaram respectivamente 9%, 11%, 4% e 1% das mudanças nas variáveis de interesse.

A exposição à luz nos dias livres apresentou tendência a associações negativas com a meia fase do sono ($B = -24,91$, $p = 0,07$, $\eta^2 = 0,04$, $\psi = 0,43$), com a sonolência ao despertar em dias letivos ($B = -0,78$, $p = 0,09$, $\eta^2 = 0,03$, $\psi = 0,38$) e com a irregularidade dos horários de acordar ($B = -17,67$, $p = 0,09$, $\eta^2 = 0,03$, $\psi = 0,38$), o que indica que a maior exposição à luz pela manhã se relaciona a cronotipos voltados à matutuidade, menores índices de sonolência ao despertar em dias letivos e horários de acordar mais regulares (Tabela 5). Estes modelos explicaram respectivamente 7%, 2% e 1% das mudanças nas variáveis de interesse.

O modelo 2 das *GLMs* teve a exposição à luz pela manhã em dias letivos e livres como previsores para as variáveis da atenção. A descrição integral da regressão linear multivariada para os modelos não-ajustado e ajustado, o qual inclui as variáveis de controle, sexo do participante, ano em que estava matriculado, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola, encontra-se no APÊNDICES (Tabela 12).

Tabela 5: Análise de regressão multivariada das relações entre a exposição à luz pela manhã e as variáveis do CSV. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.

Variáveis dependentes	MODELO AJUSTADO				R ²
	Luz em dias letivos		Luz em dias livres		
	B (95% IC)	p	B (95% IC)	p	
Horários de dormir					
Dias letivos	-1,66 (-47,85 a 51,19)	0,94	-30,36 (-61,01 a 0,28)	0,05	0,09
Dias livres	2,30 (-50,39 a 55,01)	0,93	-38,43 (-71,05 a -5,81)	0,02	0,11
Horários de acordar					
Dias letivos	-3,28 (-22,92 a 16,35)	0,74	-3,46 (-15,61 a 8,69)	0,57	0,12
Dias livres	14,95 (-59,61 a 89,52)	0,69	-63,29 (-109,4 a -17,13)	0,00	0,04
Duração do sono					
Dias letivos	-34,50 (-81,15 a 12,14)	0,14	16,42 (-12,45 a 45,30)	0,26	0,03
Dias livres	-7,71 (-57,58 a 42,14)	0,75	-4,98 (-35,85 a 25,87)	0,74	-0,10
Tempo na cama					
Dias letivos	-23,46 (-73,46 a 26,53)	0,35	25,32 (-5,62 a 56,27)	0,10	0,05
Dias livres	1,24 (-52,32 a 54,80)	0,96	-23,08 (-56,24 a 10,06)	0,16	0,09
Irregularidades					
Dormir	-5,25 (-29,31 a 18,81)	0,66	-3,01 (-17,91 a 11,88)	0,68	0,02
Acordar	-0,35 (-33,53 a 34,24)	0,98	-17,67 (-38,64 a 3,30)	0,09	-0,01
Duração do sono	26,78 (-25,61 a 79,18)	0,31	-21,41 (-53,84 a 11,02)	0,19	-0,02
Tempo na cama	27,25 (-46,46 a 100,98)	0,46	-51,34 (-96,97 a -5,70)	0,02	0,01
Latência do sono					
Dias letivos	-2,19 (-14,56 a 18,95)	0,79	-1,53 (-11,91 a 8,83)	0,76	-0,06
Dias livres	2,61 (-17,79 a 23,02)	0,79	6,06 (-6,57 a 18,69)	0,34	-0,01
Eficiência do sono					
Dias letivos	-0,98 (-8,30 a 6,34)	0,79	0,84 (-3,68 a 5,37)	0,71	-0,08
Dias livres	0,26 (-7,33 a 7,86)	0,94	-0,64 (-5,34 a 4,06)	0,78	0,21
WASO					
Dias letivos	0,48 (-23,20 a 24,17)	0,71	-2,70 (-17,36 a 11,96)	0,71	0,00
Dias livres	5,32 (-24,24 a 34,88)	0,72	-9,24 (-27,54 a 9,05)	0,31	0,01
Despertares					
Dias letivos	-0,22 (-3,79 a 3,34)	0,89	-0,28 (-2,49 a 1,92)	0,80	0,18
Dias livres	0,38 (-3,73 a 4,49)	0,85	-1,90 (-4,45 a 0,64)	0,14	0,16
Meia fase do sono	-4,29 (-44,42 a 43,57)	0,98	-24,91 (-52,14 a -2,32)	0,07	0,07
Jetlag social	7,93 (-29,30 a 45,17)	0,67	-10,26 (-33,30 a 12,78)	0,37	-0,07
Sonolência					
Dias letivos	0,26 (-1,22 a 1,75)	0,72	-0,78 (-1,70 a 0,13)	0,09	0,02
Dias livres	-0,10 (-1,52 a 1,30)	0,88	-0,47 (-1,34 a 0,40)	0,28	-0,10

B: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; ψ : poder do teste; R²: coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

Uma vez que os resultados dos modelos ajustados e não-ajustados foram semelhantes, a descrição detalhada do modelo não-ajustado encontra-se no APÊNDICES (Tabela 13). Assim, a exposição à luz pela manhã em dias letivos apresentou associação positiva com os tempos de reação do alerta tônico (B = 58,74, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,05$, $\psi = 0,54$), da atenção seletiva (B = 67,37, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,05$, $\psi = 0,56$) e do alerta fásico (B = 84,54, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,06$, $\psi = 0,64$), indicando que intensidades luminosas mais altas em dias letivos foram associadas a tempos de reação

mais longos para as variáveis citadas (Tabela 6). Estes modelos explicaram respectivamente 2%, 12% e 7% das mudanças nas variáveis de interesse.

Tabela 6: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre as variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.

<i>Variáveis dependentes</i>	MODELO AJUSTADO				
	Luz em dias letivos		Luz em dias livres		R^2
	<i>B (95% IC)</i>	<i>p</i>	<i>B (95% IC)</i>	<i>p</i>	
Alerta tônico					
Tempo de reação	58,74 (3,05 a 114,4)	0,03	-32,87 (-67,09 a 1,34)	0,05	0,02
Respostas corretas	-2,17 (-7,86 a 3,50)	0,44	0,98 (-2,51 a 4,47)	0,57	0,15
Omissões	1,96 (-1,76 a 5,69)	0,29	-0,63 (-2,92 a 1,66)	0,58	0,12
Atenção seletiva					
Tempo de reação	67,37 (4,85 a 129,8)	0,03	-30,93 (-69,35 a 7,48)	0,11	0,12
Respostas corretas	2,49 (-9,70 a 14,68)	0,68	0,79 (-6,69 a 8,28)	0,83	0,08
Omissões	1,26 (-1,51 a 4,03)	0,36	0,01 (-1,69 a 1,71)	0,99	0,18
Alerta fásico					
Tempo de reação	84,54 (12,88 a 156)	0,02	-13,34 (-57,38 a 30,6)	0,54	0,07
Respostas corretas	2,53 (-11,54 a 16,6)	0,72	0,33 (-8,31 a 8,98)	0,93	0,06
Omissões	3,68 (-0,48 a 7,86)	0,08	-0,08 (-2,64 a 2,48)	0,94	0,09
Estabilidade geral	22,23 (-4,98 a 49,45)	0,10	-15,90 (-32,62 a 0,82)	0,06	0,04
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	-0,07 (-0,30 a 0,15)	0,50	0,02 (-0,12 a 0,16)	0,77	0,03
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	-0,05 (-0,32 a 0,20)	0,66	0,00 (-0,16 a 0,16)	0,99	0,00

B: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; ψ : poder do teste; R^2 : coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

A exposição à luz pela manhã em dias letivos demonstrou tendência para associação com a percentagem de respostas corretas do alerta fásico ($B = 3,68$, $p=0,08$, $\eta^2 = 0,03$, $\psi = 0,41$), enquanto em dias livres houve tendência para associação com o tempo de reação do alerta tônico ($B = -32,87$, $p=0,05$, $\eta^2 = 0,04$, $\psi = 0,47$) e com a estabilidade geral ($B = -15,90$, $p=0,06$, $\eta^2 = 0,04$, $\psi = 0,46$). Assim, a maior exposição a luz em dias letivos associou-se a um maior percentual de respostas corretas para o alerta fásico, enquanto em dias livres relacionou-se a menor tempo de reação do alerta tônico e maior estabilidade na atenção sustentada (Tabela 6), explicando respectivamente 9%, 2% e 4% das mudanças nas variáveis de interesse.

No modelo 3 das GLMs foram incluídas variáveis do CSV tais como o cronotipo e referentes a noite anterior ao dia de execução da TEC, tais como: horários de dormir, duração e latência do sono, WASO e despertares noturnos como previsores para a atenção. Além disso

os horários de acordar e a sonolência ao despertar são referente a manhã de realização da tarefa. A descrição integral da regressão linear multivariada encontra-se no APÊNDICES (Tabela 14).

A latência do sono associou-se negativamente à percentagem de respostas corretas no alerta fásico ($B = -0,16$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,09$, $\psi = 0,74$) e a frequência de despertares noturnos tendeu a apresentar associação positiva com as respostas corretas da atenção seletiva ($B = 0,47$, $p = 0,09$, $\eta^2 = 0,04$, $\psi = 0,38$). Assim, a maior latência do sono associou-se a uma menor frequência de respostas corretas, porém o maior número de despertares relacionou-se à maior percentagem de respostas corretas na atenção seletiva (Tabela 8). Ademais, houve tendência para associação positiva do horário de acordar e as omissões na atenção seletiva ($B = 0,47$, $p = 0,09$, $\eta^2 = 0,04$, $\psi = 0,40$) e negativa para a estabilidade ao longo da tarefa segundo o tempo de reação ($B = -0,00$, $p = 0,09$, $\eta^2 = 0,04$, $\psi = 0,38$). Assim, horários de acordar precoces foram associados a maior percentagem de omissões na atenção seletiva e a maiores declínios da estabilidade do tempo de reação (Tabela 7). A sonolência ao despertar apresentou associação positiva com a percentagem de omissões no alerta tônico ($B = 0,31$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,06$, $\psi = 0,51$) e negativa com as respostas corretas no alerta fásico ($B = -1,335$, $p = 0,05$, $\eta^2 = 0,05$, $\psi = 0,47$). Portanto, maiores níveis de sonolência ao despertar foram relacionados a uma maior frequência de omissões e menor percentual de respostas corretas (Tabela 8).

Tabela 7: Análise de regressão multivariada dos efeitos de variáveis do padrão temporal de sono no dia anterior a TEC e cronotipo sobre as variáveis da atenção.

<i>Variáveis dependentes</i>	DORMIR		ACORDAR		DURAÇÃO		CRONOTIPO		R²
	<i>B (95% IC)</i>	<i>p</i>	<i>B (95% IC)</i>	<i>p</i>	<i>B (95% IC)</i>	<i>p</i>	<i>B (95% IC)</i>	<i>p</i>	
Alerta tônico									
Tempo de reação	-0,38 (-0,85 a 0,08)	0,10	0,60 (-0,22 a 1,43)	0,15	-0,42 (-0,97 a 0,11)	0,12	0,27 (-0,13 a 0,69)	0,18	0,01
Respostas corretas	0,00 (-0,02 a 0,02)	0,76	-0,10 (-0,05 a 0,03)	0,64	0,00 (-0,02 a 0,02)	0,95	0,00 (-0,02 a 0,02)	0,95	-0,02
Omissões	-0,00 (-0,01 a 0,01)	0,62	0,01 (-0,01 a 0,03)	0,40	-0,00 (-0,01 a 0,01)	0,69	0,00 (-0,00 a 0,01)	0,53	0,00
Atenção seletiva									
Tempo de reação	-0,20 (-0,80 a 0,39)	0,49	0,87 (-0,18 a 1,92)	0,10	-0,30 (-1 a 0,38)	0,38	0,21 (-0,31 a 0,73)	0,41	0,02
Respostas corretas	0,03 (-0,03 a 0,09)	0,38	-0,06 (-0,18 a 0,05)	0,30	0,00 (-0,07 a 0,08)	0,82	0,03 (-0,02 a 0,09)	0,22	0,07
Omissões	-0,0 (-0,01 a 0,0)	0,33	0,01 (-0,0 a 0,03)	0,08	-0,0 (-0,02 a 0,0)	0,29	0,00 (-0,0 a -0,09)	0,68	-0,01
Alerta fásico									
Tempo de reação	-0,14 (-0,70 a 0,41)	0,60	0,50 (-0,4 a 1,48)	0,31	-0,26 (-0,91 a 0,38)	0,41	0,22 (-0,25 a 0,71)	0,35	0,01
Respostas corretas	-0,02 (-0,09 a 0,03)	0,36	0,03 (-0,0 a 0,14)	0,48	-0,03 (-0,1 a 0,03)	0,35	0,00 (-0,05 a 0,05)	0,94	0,06
Omissões	-0,0 (-0,01 a 0,0)	0,51	0,01 (-0,0 a 0,03)	0,32	-0,0 (-0,01 a 0,01)	0,67	0,00 (-0,0 a 0,01)	0,48	-0,06
Estabilidade geral	-0,06 (-0,24 a 0,10)	0,45	0,23 (-0,0 a 0,54)	0,13	-0,06 (-0,26 a 0,14)	0,56	0,10 (-0,04 a 0,26)	0,16	0,06
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	0,00 (0,0 a 0,00)	0,13	-0,00 (-0,0 a 0,00)	0,16	0,00 (-0,00 a 0,00)	0,18	-0,0 (-0,0 a 0,0)	0,17	-0,00
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	0,00 (-0,01 a 0,0)	0,20	-0,00 (-0,0 a 0,00)	0,09	0,00 (-0,00 a 0,00)	0,23	-0,00 (-0,00 a 0,00)	0,13	0,02

B: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; R²: coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

Tabela 8: Análise de regressão multivariada dos efeitos de variáveis da qualidade do sono no dia anterior a TEC e sonolência ao despertar sobre as variáveis da atenção.

Variáveis dependentes	LATÊNCIA		WASO		DESPERTARES		SONOLÊNCIA		R ²
	B (95% IC)	p	B (95% IC)	p	B (95% IC)	p	B (95% IC)	p	
Alerta tônico									
Tempo de reação	0,05 (-0,87 a 0,98)	0,90	-0,12 (-0,78 a 0,53)	0,70	0,37 (-3,51 a 4,26)	0,84	7,38 (-3,31 a 18,08)	0,17	0,01
Respostas corretas	-0,01 (-0,06 a 0,03)	0,57	0,00 (-0,02 a 0,04)	0,66	0,12 (-0,08 a 0,32)	0,23	-0,28 (-0,84 a 0,26)	0,29	-0,02
Omissões	0,00 (-0,02 a 0,03)	0,59	0,00 (-0,01 a 0,02)	0,85	-0,06 (-0,17 a 0,04)	0,25	0,31 (0,00 a 0,63)	0,04	0,00
Atenção seletiva									
Tempo de reação	0,59 (-0,59 a 1,77)	0,32	0,17 (-0,66 a 1,01)	0,68	-1,37 (-6,32 a 3,57)	0,58	9,26 (-4,35 a 22,87)	0,17	0,02
Respostas corretas	-0,04 (-0,17 a 0,09)	0,54	0,04 (-0,05 a 0,14)	0,35	0,47 (-0,08 a 1,04)	0,09	-0,93 (-2,49 a 0,62)	0,23	0,07
Omissões	-0,0 (-0,0 a 0,01)	0,73	-1,41 (-0,0 a 0,01)	0,99	-0,07 (-0,16 a 0,01)	0,11	0,15 (-0,09 a 0,41)	0,22	-0,01
Alerta fásico									
Tempo de reação	0,74 (-0,3 a 1,85)	0,18	-0,15 (-0,9 a 0,63)	0,70	1,07 (-3,5 a 5,67)	0,64	7,48 (-5,18 a 20,15)	0,24	0,01
Respostas corretas	-0,16 (-0,2 a -0,04)	0,01	-0,0 (-0,0 a 0,08)	0,94	0,11 (-0,39 a 0,63)	0,64	-1,35 (-2,75 a 0,05)	0,05	0,06
Omissões	-0,0 (-0,0 a 0,01)	0,60	-0,0 (-0,0 a 0,01)	0,88	-0,04 (-0,14 a 0,04)	0,33	0,08 (-0,17 a 0,34)	0,51	-0,06
Estabilidade geral	0,21 (-0,1 a 0,56)	0,23	0,06 (-0,1 a 0,31)	0,60	-1,06 (-2,51 a 0,38)	0,14	2,96 (-1,03 a 6,95)	0,14	0,06
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	-5,43 (-0,00 a 0,0)	0,97	0,00 (-0,00 a 0,0)	0,66	0,00 (-0,01 a 0,01)	0,84	0,02 (-0,01 a 0,05)	0,19	-0,00
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	0,00 (-0,00 a 0,0)	0,41	0,00 (-0,0 a 0,00)	0,59	-0,0 (-0,01 a 0,00)	0,47	0,01 (-0,01 a 0,05)	0,30	0,02

B: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; R²: coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

O modelo 4 das *GLMs* teve a exposição à luz no dia de execução da TEC, do despertar até a entrada na sala de aula (*DS*) e do despertar até a execução da tarefa (*DT*) como previsores para as variáveis da atenção. Ademais, foram feitos modelos ajustados incluindo o sono e as covariáveis avaliadas neste estudo. A descrição integral da regressão linear multivariada para todos os modelos, bem como os resultados para o modelo não-ajustado encontram-se nos APÊNDICES (Tabelas 15 e 16).

A exposição à luz no dia de execução da TEC apresentou associações positivas entre a *DS* e o tempo de reação do alerta tônico nos modelos ajustados para o sono ($B = 57,23$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,08$, $\psi = 0,64$) e para as covariáveis ($B = 95,51$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,13$, $\psi = 0,83$), da atenção seletiva para o sono ($B = 72,86$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,07$, $\psi = 0,60$) e covariáveis ($B = 150,44$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,16$, $\psi = 0,90$) e do alerta fásico para o modelo das covariáveis ($B = 138,06$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,15$), se caracterizando apenas como uma tendência no modelo para sono ($B = 53,08$, $p = 0,08$, $\eta^2 = 0,04$, $\psi = 0,41$ – Tabela 9). Estes resultados indicam que maiores exposições à luz entre o despertar e a entrada na sala de aula associaram-se a tempos de reação mais longos. Ademais, no modelo em que foram inseridas as covariáveis, a exposição à luz no dia de execução da TEC apresentou uma tendência de associação negativa entre a *DT* e o tempo de reação da atenção seletiva ($B = -114,90$, $p = 0,08$, $\eta^2 = 0,05$, $\psi = 0,88$ – Tabela 9), indicando que maiores intensidades luminosas dentro de sala de aula se associaram a tempos de reação mais curtos para a atenção seletiva.

Os modelos para as variáveis de sono explicaram respectivamente 11%, 7%, e 5% das mudanças nas variáveis de interesse, enquanto com a inclusão das covariáveis passaram a explicar 29%, 17% e 16% das mudanças nas variáveis avaliadas.

Tabela 9: Análises de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã no dia de execução da TEC sobre as variáveis da atenção. O modelo ajustado “SONO” refere-se à inserção das variáveis de controle: horários de dormir, duração e latência do sono, WASO e despertares noturnos (referentes à noite anterior à execução da TEC), bem como o horário de acordar e a sonolência ao despertar no dia da TEC, e o cronotipo. O modelo ajustado “COVARIÁVEIS” refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.

Variáveis dependentes	SONO					COVARIÁVEIS					R ²
	DS		DT		R ²	DS		DT		R ²	
	B (95% IC)	p	B (95% IC)	p		B (95% IC)	p	B (95% IC)	p		
Alerta tônico											
Tempo de reação	57,23 (8,77 a 105,69)	0,02	-16,74 (-88,38 a 54,9)	0,64	0,11	95,51 (31,58 a 159,4)	0,04	-33,73 (-124,92 a 57,46)	0,46	0,29	
Respostas corretas	-0,74 (-3,43 a 1,94)	0,58	0,12 (-3,84 a 4,09)	0,95	-0,04	-0,62 (-4,35 a 3,10)	0,73	-0,82 (-6,14 a 4,49)	0,75	0,05	
Omissões	0,31 (-1,14 a 1,77)	0,66	0,65 (-1,50 a 2,80)	0,54	0,01	0,70 (-1,36 a 2,77)	0,49	0,98 (-1,96 a 2,77)	0,50	0,11	
Atenção seletiva											
Tempo de reação	72,86 (8,57 a 137,15)	0,02	-51,22 (-146,2 a 43,8)	1,07	0,07	150,4 (59,84 a 241,0)	0,00	-114,9 (-244,13 a 14,3)	0,08	0,17	
Respostas corretas	2,56 (-4,97 a 10,10)	0,49	1,21 (-9,93 a 12,36)	0,82	0,06	-0,43 (-11,19 a 10,32)	0,93	5,03 (-10,31 a 20,37)	0,51	0,10	
Omissões	0,33 (-0,91 a 1,57)	0,59	0,28 (0,75 a -1,55)	0,75	-0,02	1,29 (-0,53 a 3,11)	0,16	-0,72 (-3,31 a 1,87)	0,58	0,04	
Alerta fásico											
Tempo de reação	53,08 (-7,27 a 113,43)	0,08	-24,57 (-113,8 a 64,6)	0,58	0,05	138,0 (51,87 a 224,2)	0,00	-98,23 (-221,1 a 24,70)	0,11	0,16	
Respostas corretas	2,69 (-4,21 a 9,61)	0,43	-2,97 (-13,19 a 7,25)	0,56	0,04	-1,36 (-12,14 a 9,42)	0,80	2,46 (-12,92 a 17,84)	0,75	-0,05	
Omissões	0,05 (-1,22 a 1,33)	0,93	0,64 (-1,24 a 2,53)	0,49	-0,08	0,05 (-1,81 a 1,93)	0,95	0,81 (-1,86 a 3,49)	0,54	0,00	
Estabilidade geral	7,74 (-11,17 a -26,76)	0,89	1,79 (-26,17 a 29,7)	0,89	0,07	17,14 (-11,61 a 45,91)	0,23	1,90 (-39,12 a 42,93)	0,92	0,06	
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	0,03 (-0,14 a 0,20)	0,71	-0,10 (-0,35 a 0,15)	0,43	-0,02	0,04 (-0,21 a 0,30)	0,73	-0,21 (-0,59 a 0,15)	0,24	0,01	
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	-0,11 (-0,29 a 0,05)	0,18	0,19 (-0,06 a 0,45)	0,13	0,03	-0,09 (-0,36 a 0,17)	0,48	0,14 (-0,24 a 0,52)	0,45	0,01	

DS: exposição à luz no dia de execução da TEC do despertar até a entrada na sala de aula; DT: exposição à luz no dia de execução da TEC do despertar até a execução da tarefa. B: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; ψ : poder do teste; R²: coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

6. DISCUSSÃO

Este trabalho objetivou caracterizar relações entre a intensidade de luz à qual os adolescentes do turno matutino se expõem pela manhã, o CSV e a atenção em estudantes do turno matutino, matriculados nos primeiros anos do ensino médio, em escolas privadas de Natal, Rio Grande do Norte. Para tanto, as análises realizadas utilizaram medidas objetivas e subjetivas para avaliar os níveis de intensidade luminosa, atividade-reposo, variáveis do sono e da atenção. Além da avaliação das relações entre luz, CSV e atenção, caracterizou-se o CSV, hábitos de sono, atenção e perfis diários de exposição à luz e de atividade-reposo destes adolescentes.

Com relação aos perfis de exposição à luz e de atividade-reposo, percebe-se através de uma análise visual, a alocação bem-marcada do nicho temporal humano, que já foi bastante descrito na literatura e que classifica a espécie humana como sendo de hábitos diurnos (Emens et al., 2009; Martinez-Nicolas et al., 2011; Okudaira et al., 1983; Savides et al., 1986). Neste sentido, se ressalta a importância da posição geográfica de Natal neste estudo, uma vez que estudos apontam que a proximidade de uma região à linha do Equador confere baixa variabilidade aos ciclos de claro e escuro, o que tornaria os ritmos biológicos, tais como o CSV, mais estáveis, pois o sinal ambiental para o arrastamento do sistema de temporização circadiano seria bastante forte e constante (Randler & Rahafar, 2017; Wright et al., 2013).

Nota-se uma relação de fase próxima entre o início da exposição à luz e da atividade destes adolescentes em dias letivos. Todavia, é importante salientar que o início da atividade acontece antes do início do fotoperíodo ambiental registrado nos dias de coleta de dados (~05:15h) (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001). Outra relação observada nos perfis de exposição à luz e de atividade-reposo é um pico para estas duas variáveis por volta das 6h. Isto pode indicar que neste horário os alunos já estejam realizando seus rituais de preparo para

ir para a escola, tais como tomar banho, se arrumar e tomar café-da-manhã, ou mesmo que já estejam a caminho da escola.

Os indicativos de maior exposição à luz, entre 6-11h e às 13h e 14h; bem como de maior atividade das 6-17h, podem estar relacionados tanto às atividades escolares, o que incluem aulas matutinas (07-13h) e por vezes vespertinas (14h-17h), como a realização de outros compromissos, tais como atividades físicas, sociais ou cursos diversos, bem como a volta para casa. Além disso, é interessante notar como o intervalo registrado está associado ao intervalo do fotoperíodo natural no nordeste brasileiro no período da coleta de dados, das 05:15h às 17:20h (CPTEC/INPE, 2016; U.S. Navy, 2001), assim como é possível que a presença de cochilos em dias letivos ($14:09h \pm 2:42h$) pode estar contribuindo para a diminuição da exposição à luz após às 14h.

Observa-se que essas relações se modificam nos fins de semana, nos dias de sábados e principalmente nos domingos, quando a exposição à luz se inicia bem antes do início da atividade. Vale salientar que, mesmo com a presença de um sábado letivo, os níveis de atividade registrados nos fins de semana são menores, principalmente no segundo fim de semana avaliado, quando quase nenhum participante teve aula. Enquanto isso a exposição à luz durante o dia permanece semelhante ao observado em dias letivos, o que pode estar relacionado à presença de iluminação natural no quarto dos indivíduos.

Ademais, no fim do dia observa-se o prolongamento da exposição à luz e da atividade para a maioria dos participantes, com alguns estendendo a vigília e a exposição luminosa até às 03h. Nota-se ainda que em média estes adolescentes dormem após as 24h, o que não ocorre em dias letivos. Estes resultados, relacionam-se entre si e corroboram com inúmeros estudos de várias localidades no mundo, que mostram que os adolescentes tendem a estender a vigília em dias livres e fins de semana (Carskadon, 2011; Owens, 2014; Sousa et al., 2007, 2009). O atraso

de fase natural dos ritmos na adolescência pode ser um dos motivos para esta extensão da vigília do grupo estudado. Isto, associado à ausência da imposição dos horários escolares em dias livres, pode permitir a extensão da vigília (Valdez et al., 1996; Andrade et al., 1993), sem prejuízo para a duração do sono noturno, como normalmente acontece em dias escolares.

Outro motivo para o prolongamento da vigília pode ser a presença da luz artificial emitida pelo uso de dispositivos eletrônicos à noite (Crowley et al., 2014), que foi relatado pela maioria dos adolescentes como motivo para o horário de dormir, apresentando maior frequência nos dias livres (celular: 36,3%, TV: 22,3% e computador:15,5%). Neste contexto, a extensão da vigília pode acontecer pois as telas destes dispositivos emitem luz com comprimento de onda próxima ao azul, a qual causa aumento do alerta fisiológico, além de inibir a secreção de melatonina e atrasar a fase do sistema de temporização circadiano, o que atrasa os ritmos nos dias seguintes à exposição (Cajochen et al., 2011; Figueiro et al., 2011). Ademais, evidências indicam que a atividade praticada e o teor do conteúdo ao qual os adolescentes estão em contato podem induzir o alerta, atrasando o início do sono noturno (Higuchi et al., 2003; Orzech et al., 2016; Zimmerman, 2008).

Em concordância com o previsto inicialmente, a exposição a intensidades luminosas mais altas em dias livres relacionou-se com melhores indicativos para algumas das variáveis do sono avaliadas. Assim, os resultados do modelo 1 da *GLM* para a exposição à luz indicou que aqueles que se expuseram a intensidades luminosas mais altas em dias livres dormiram e acordaram mais cedo em dias livres, bem como apresentaram menor irregularidade no tempo na cama, ou seja, menor efeito de restrição-extensão do sono entre semana e fim de semana.

Estes resultados podem indicar um dos efeitos cronobiológicos em resposta a exposição a altas intensidades luminosas pela manhã: o avanço da fase dos ritmos biológicos (Crowley & Eastman, 2017; Czeisler et al., 2002; Daan & Aschoff, 2001; Prayag, Münch, et

al., 2019). Um estudo com adultos privados de sono, demonstrou que apenas 1h de exposição a altas intensidades luminosas pela manhã, avançou o início e o fim do sono noturno, tal como o observado no presente estudo (Corbett et al., 2012). O avanço de fase dos ritmos foi observado em outro estudo, desta vez com adolescentes expostos à luz nos fins de semana. Para tanto, os autores necessitaram de ~6.000 lux durante 2.5h para avançar apenas 1h hora os ritmos. Além disso, a exposição ocorria no sábado e no domingo, 1h após o horário da meia fase do sono de cada participante, o que pode ser um fator complicador para esta faixa etária já privada de sono durante a semana (Misiunaite et al., 2020). No presente estudo, o avanço de fase ocorreu diante de uma média de iluminação menor ($816,06 \pm 1.832,22$ lux) e diferentes tempos de exposição (o intervalo de registro utilizado para análise foi entre às 5-13h, mas a exposição variou de acordo com cada participante).

Outra relação importante observada através do modelo 1 da *GLM* foi a de que altas intensidades luminosas pela manhã em dias livres se associaram a horários de dormir mais cedo em dias letivos, bem como tendências para uma meia fase do sono mais cedo e menores níveis de sonolência ao despertar. Estes resultados podem indicar que o avanço de fase observado nos dias livres envolve mecanismos de arrastamento dos ritmos biológicos (Rahman et al., 2013; Rea & Figueiro, 2011; Vandewalle et al., 2006). De acordo com estudo realizado por Stothard e colaboradores (2017), com adultos em um acampamento, um fim de semana de exposição à iluminação natural ($9,181 \pm 2,229$ lux) seria o suficiente para atingir ~69% do arrastamento circadiano anteriormente descrito para uma semana de exposição. Os autores observaram indícios de arrastamento em resposta a luz ao relatarem um avanço de 1,4h na fase de liberação da melatonina e dos horários de sono, que se mantiveram na semana seguinte, bem como o observado para os horários de dormir e para a tendência ao avanço da meia fase de sono dos participantes desta pesquisa. Neste contexto, é possível que a modificação nestas variáveis,

exerça influências positivas no organismo, que puderam ser observadas por meio da tendência a menor sonolência ao despertar.

Outra associação pode ser feita se levarmos em consideração que a meia fase do sono pode ser estudada como uma medida objetiva para a descrição do cronotipo, enquanto medida de relação de fase entre o ritmo circadiano e os ciclos de claro e escuro (Randler & Rahafar, 2017; Wright et al., 2013). Assim, a tendência de a meia fase ocorrer mais cedo de forma associada a altas intensidades luminosas em dias livres poderia estar associada à expressão da matutividade em uma parte considerável desta amostra. Este resultado poderia ser explicado pela associação entre a latitude e a expressão do cronotipo, uma vez que estudos demonstram que baixas latitudes (como as registradas em Natal) resultam em cronotipos voltados à matutividade, quando comparados com altas latitudes (Masal et al., 2015; Leocadio-Miguel et al., 2017; Randler & Rahafar, 2017; Wright et al., 2013). De acordo com Leocadio-Miguel e colaboradores (2017), a menor irradiação solar ao se distanciar da linha do equador, reduziria a força e a amplitude de resposta da luz como sincronizador, bem como alteraria a força e a velocidade do acoplamento entre osciladores circadianos. Como consequência destes eventos, ocorreria o enfraquecimento do arrastamento circadiano, o alongamento do período endógeno e a expressão de um padrão de fase atrasado, que tenderia a vespertividade. Desta forma, é de se esperar que as altas irradiações solares constantes de Natal evitassem estes eventos, estabilizando o ritmo, e que a exposição regular a esta luz avançasse os ritmos, que tenderiam à matutividade.

Em contrapartida, o observado para a exposição à luz em dias letivos não correspondeu ao previsto. Os resultados do modelo 1 da *GLM* mostraram que indivíduos que se expuseram a intensidades luminosas mais altas pela manhã apresentaram horários de dormir tardios e duração do sono e tempo na cama mais curtos em dias letivos. Segundo Rea e Figueiro (2011), modificações nos ritmos circadianos acontecem após ~30min de exposição a intensidades de

~1.000 lux, a depender do histórico de exposição individual. Nesta amostra, registrou-se médias de iluminação pela manhã próximas a estes valores, como por exemplo, no trajeto até a escola (dias letivos: $711,55 \pm 963,49$ lux, dias livres: $816,06 \pm 1.832,22$ lux, DS: $1.615,04 \pm 3.715,85$ lux e DT: $644,87 \pm 949,60$ lux). Neste sentido, sugere-se que enquanto a luz pela manhã atua sobre o ritmo para a promoção de avanço de fase, é possível que a exposição à luz artificial à noite observada nesta amostra (seja pelo uso de dispositivos eletrônicos ou por outro motivo que envolva a luz, tal como o estudo) atue promovendo atraso de fase, resultando em agentes sincronizadores de sentidos opostos. O efeito noturno pode ser mais forte que o matinal, resultando num atraso do ritmo, o que levaria aos horários de dormir tardios e consequente encurtamento da duração do sono e tempo na cama em dias letivos para parte da amostra.

Neste contexto se destaca a influência do horário de início das aulas pela manhã, que pode ser observada quando se analisa a caracterização do CSV e dos hábitos de sono destes adolescentes, que apresentam diferenças marcantes entre dias letivos e livres. Começando pelos horários de acordar, que acontecem 02:41h mais cedo em dias letivos e indicam o quanto o início das aulas matutinas (~07:15h) é um elemento de sincronização social forte para estes indivíduos. Este sincronizador, seja para os estudantes como para toda a comunidade escolar constitui-se como um desafio temporal já conhecido e relatado por inúmeros estudos realizados em várias partes do mundo (Andrade et al., 1993; Brandalize et al., 2011; Carskadon et al., 1993; Owens, 2014; Ziporyn et al., 2022).

O horário precoce de início das aulas matutinas tem como resultado imediato o encurtamento da duração do sono ($05:53h \pm 0:55h$) e do tempo na cama ($07:13h \pm 0:59h$) em dias letivos. É importante lembrar que a literatura, com base na população americana, recomenda entre 8-10h de sono noturno como uma duração saudável para adolescentes (Carskadon et al., 1980; Paruthi et al., 2016), e que os resultados aqui expostos são inferiores a estas indicações. Desta forma, o acordar precoce em dias letivos pode significar o encurtamento

da duração do sono necessária para a dissipação total da propensão ao sono (Carskadon & Dement, 2011; Jenni & Carskadon, 2009). Assim, durante todo o período letivo, estes indivíduos acordam quando seus organismos não estão biologicamente preparados para tanto, constituindo uma privação parcial crônica do sono.

A privação parcial do sono pode ser corroborada pelas formas de despertar e sonolência ao despertar registradas. Em dias letivos, o despertador (45,2%) e a necessidade de ser acordado (41,7%) foram mais relatados. Enquanto a sonolência média ao despertar foi 5, em uma escala de 1 a 9, e 42,55% dos participantes relataram sonolência excessiva entre 08-10h. Desta forma, durações de sono encurtadas associam-se à sonolência elevada ao despertar, como as observadas neste estudo, o que traz prejuízos ao rendimento diário. Estes resultados combinados demonstram tanto a dificuldade em despertar sozinho(a) para a escola quanto altos índices de sonolência ao despertar e durante as aulas. Neste sentido, é bem documentado na literatura as dificuldades provocadas pelos horários de início das aulas matutinas, bem como seus efeitos sobre o CSV, corroborando com os achados neste estudo (Andrade et al., 1993; Carskadon et al., 2004; Jenni & Carskadon, 2009; Moore & Meltzer, 2008; Owens, 2014).

Neste contexto de privação e sonolência ao despertar exacerbadas, os adolescentes apresentam alguns comportamentos que indicam uma tentativa do organismo de compensar o sono encurtado e interrompido pela manhã. O primeiro deles é o cochilo, bem descrito por outros estudos como uma tentativa de compensação do sono em adolescentes (Santos et al., 2021). Entretanto, é interessante notar que o que registramos aqui (duração em dias letivos: $01:34 \pm 0:58h$) mais caracteriza-se como um episódio de sono a tarde e não um cochilo (duração entre ~15-30min – Ficca et al., 2010; Hayashi et al., 2005; Kaida et al., 2012; Takahashi, 2003). Isto sugere que o débito homeostático de sono é tão alto, que apenas a duração de um cochilo não é o suficiente para compensá-lo. Isso acarreta o segundo comportamento observado como uma tentativa de compensação em dias letivos: os adolescentes dormem à noite cerca de 1h

mais cedo em dias letivos, quando comparados a dias livres, corroborando os resultados de outros estudos com adolescentes (Andrade et al., 1993; Brandalize et al., 2011; Owens, 2014).

Mesmo assim, o alongamento do sono registrado em dias livres explicita que o débito de sono não foi compensado nos dias letivos. Assim, observa-se que estes adolescentes acordam mais tarde (~02:41h), com predominância do despertar espontâneo (59,7%), sonolência média ao despertar de 4, em uma escala de 1 a 9, e 48,91% dizem ‘não sentir sonolência’ em nenhum dos horários indicados. Isto pode ser decorrente de que os dias livres sejam uma oportunidade para que os adolescentes escolham os horários de sono, sem a imposição dos horários escolares em dias letivos (Sousa et al., 2009).

Além disso, registrou-se o aumento de cerca de ~1h na duração do sono e de 01:30h no tempo na cama em dias livres, quando comparados a dias letivos. Entretanto, mesmo com a extensão da duração do sono (06:43h \pm 0:58h) e do tempo na cama (08:46h \pm 1:10h), os adolescentes não atendem as recomendações de 8-10h por noite (Carskadon et al., 1980). De toda forma, a extensão do sono em dias livres é um evento característico desta faixa etária, geralmente descrito como um mecanismo de compensação do débito de sono em dias letivos, por muitos chamado “rebote”, e mediado pelo componente homeostático de regulação do CSV (Andrade et al., 1993; Carskadon & Dement, 2011; Louzada & Menna-Barreto, 2003, 2004; Moore & Meltzer, 2008; Owens, 2014).

Ademais, talvez como mais uma tentativa de compensação do débito de sono, observa-se que a proporção de indivíduos que cochila é maior em dias livres (61%) do que em letivos (33,8%). Assim como em dias letivos, a duração dos cochilos em dias livres (01:40 \pm 0:56h) se assemelha a extensão de um episódio de sono. Esta diferença na proporção de indivíduos que cochilam entre momentos da semana sugere a possibilidade de que parte da amostra não pode cochilar em dias letivos, seja por aulas extras, atividades físicas, dentre outros; e/ou que os

cochilos em dias letivos e livres, mesmo associados ao dormir mais cedo em dias letivos e a extensão do sono noturno em dias livres não seja suficiente para compensar a privação de sono destes adolescentes.

É importante registrar que a extensão do sono em dias livres e seu encurtamento em dias letivos, muitas vezes chamado “efeito sanfona”, contribui para o aumento da irregularidade do sono e para o *Jetlag social* (Carskadon, 2011; Crowley & Carskadon, 2010; Owens, 2014; Wittmann et al., 2006). Na presente amostra, a duração do sono e o tempo na cama encurtados em dias letivos e livres, podem estar contribuindo para as irregularidades destas variáveis (da duração: $00:50h \pm 1:02h$ e do tempo na cama: $00:31h \pm 1:29h$). Bem como os horários de dormir tardios e acordar precoces em dias letivos podem estar contribuindo para as irregularidades nos horários de dormir ($01:11h \pm 0:30h$) e acordar ($01:50h \pm 0:41h$). Grandes irregularidades no CSV, bem como a presença de *Jetlag social* em adolescentes é bem documentada na literatura (Carskadon, 2011; Crowley & Carskadon, 2010; Owens, 2014), sendo corroborada pelo presente estudo e podendo trazer prejuízos a saúde destes jovens (Beauvalet et al., 2017; Roenneberg et al., 2019).

O sono ruim observado é corroborado pela avaliação objetiva da qualidade do sono desta amostra. Para tanto, comparou-se os resultados às recomendações da *National Sleep Foundation* para adolescentes com boa qualidade do sono: latência do sono entre 16-30 minutos (dias letivos: $25 \pm 20min$, dias livres: $24 \pm 25min$), $\geq 85\%$ de eficiência do sono (dias letivos: $81,4 \pm 9,2\%$, dias livres: $81,3 \pm 9,9\%$), ≤ 51 min de WASO (dias letivos: $50 \pm 28min$, dias livres: $05 \pm 34min$) e ≤ 3 despertares noturnos (dias letivos: 8 ± 5 , dias livres: 10 ± 5) (Ohayon et al., 2017). Assim, nota-se que a latência do sono e o WASO encontram-se no limite das proposições, principalmente em dias letivos; e que a eficiência do sono e a frequência de despertares noturnos estão fora das recomendações, em dias letivos e livres. Evidências mostram como a piora da qualidade do sono relaciona-se com o aumento da idade, do uso de eletrônicos à noite, da carga

de atividades escolares em dias livres e com o início precoce das aulas matutinas (Zhou et al., 2011), o que pode ter contribuído para os resultados observados.

Assim, a privação, a má qualidade e a irregularidade do sono, o *Jetlag social* e a sonolência excessiva ao despertar relacionados ao início das aulas matutinas e a exposição à luz artificial noturna podem se agravar com o passar do tempo (Ziporyn et al., 2022). Neste sentido, talvez este contexto se torne um obstáculo para que a exposição à luz natural em dias letivos promova o avanço dos ritmos necessário para reduzir os efeitos provocados por este sono ruim. Desta forma, é possível que os horários de início das aulas matutinas, bem como as condições de iluminação dentro do ambiente escolar sejam fatores que contribuam fortemente para reduzir os efeitos sincronizadores dos ciclos de claro e escuro. Isto poderia desencadear prejuízos em outras variáveis, tais como a atenção, e consequentemente a aprendizagem e a memória, tão necessárias para o desempenho acadêmico.

O modelo 2 das *GLMs* revelou que altas intensidades luminosas em dias livres associaram-se a menores tempos de reação no alerta tônico, bem como uma tendência para maior estabilidade geral. Estudos mostram que o desempenho cognitivo pode ser melhorado após a exposição à luz, mesmo em indivíduos privados de sono (Corbett et al., 2012; Fisk et al., 2018, Prayag, Münch, et al., 2019, Souman et al., 2018, Xu & Lan, 2018), e que a luz de comprimento de onda curto, como o azul, reduz a sonolência subjetiva, aumentando o alerta, estando relacionada a tempos de reação reduzidos (Cajochen et al., 2005; Lockley et al., 2006). Isto aconteceria através da ativação de redes corticais e subcorticais relacionadas a processos cognitivos, tais como a atenção e memória (Chellappa et al., 2014; Vandewalle et al., 2009, 2011). Todavia, essas evidências provêm da exposição aguda à luz, e os resultados aqui reportados aconteceram dias após a exposição. Neste sentido, sugere-se que o avanço do CSV evidenciado nos horários de dormir e acordar e na meia fase do sono poderia estar relacionada a uma diminuição da privação e irregularidade do sono, o que poderia contribuir para o aumento

do estado de alerta, diminuição da sonolência e melhora do desempenho cognitivo. Contudo, se ressalta que não houve outras relações benéficas entre a atenção e a luz, em dias letivos ou livres. Assim, outras variáveis, tais como o sono ruim e de má qualidade, podem estar influenciando essas variáveis.

Neste sentido, o modelo 3 das *GLMs* revelou que a sonolência excessiva ao despertar (manhã da TEC) e latências do sono mais longas (no dia anterior a TEC) se relacionaram a maior frequência de omissões no alerta tônico e menor de respostas corretas no alerta fásico, respectivamente. Mesmo que sejam poucas relações, os indicativos gerais de sono ruim registrados nesta amostra poderiam sinalizar para outros prejuízos atencionais e cognitivos. Isto pois, o sono ruim e seus impactos sobre a cognição são bem estudados (Alfonsi, Palmizio, et al., 2020; Alfonsi, Scarpelli, et al., 2020; Dunster et al., 2018; Watson et al., 2017). Em adultos, evidências recentes, indicam uma relação direta entre o sono ruim e a diminuição da massa cinzenta do fascículo longitudinal superior esquerdo, região cerebral mediadora da associação entre duração do sono e cognição (Grumbach et al., 2020). Outros estudos, com adolescentes, mostram como os horários escolares matutinos e a demanda acadêmica influenciam negativamente o sono, prejudicando o desempenho e a saúde mental de adolescentes (Alfonsi, Palmizio, et al., 2020; Alfonsi, Scarpelli, et al., 2020; Sun et al., 2019; Yan et al., 2018).

Ademais, o desempenho cognitivo, incluindo a atenção, é modulado a depender da área cerebral à qual está vinculado (Valdez, 2005; Valdez et al., 2010). Isto significa que o alerta tônico, ativado pelo sistema ativador reticular ascendente, pode ser modulado pelo processo homeostático regulador do CSV, sendo influenciado pela privação do sono (Cohen & O'Donnell, 1993; Posner & Rafal, 1987; Valdez, 2005; Valdez et al., 2010) observada na maior parte da amostra. Desta forma, não apenas as associações negativas entre a sonolência ao despertar e a latência do sono no dia anterior a TEC, e a atenção seriam fatores importantes, mas todas as outras variáveis do CSV que indicam um sono ruim. Todavia, os registros isolados

para os componentes da atenção indicam um bom desempenho cognitivo destes adolescentes. Quando comparados a outros estudos, que usaram a mesma tarefa de execução usada neste estudo e avaliaram adolescentes com idade entre 14-19 anos, os adolescentes aqui avaliados apresentaram tempos de reação mais curtos, maior frequência de acertos e menor de omissões em todos os componentes (Diogo et al., 2021; Anjos, 2020; Galina et al., 2021). Neste sentido, é possível que, apesar da privação do sono apresentada, outros fatores possam estar modulando o desempenho atencional destes jovens.

De acordo com a “hipótese da vulnerabilidade pré-frontal”, a privação do sono afetaria negativamente o córtex pré-frontal, relacionado a tomadas de decisão e associado à atividade do alerta fásico e das atenções seletiva e sustentada (Posner & Rafal, 1987; Boonstra et al., 2007; Goel et al., 2009). Apesar disso, esta região cerebral pode ser modulada via *top-down*, num mecanismo conhecido como “controle pré-frontal”. Essa modulação está relacionada à motivação pessoal, podendo ser ajustada conscientemente, o que aumenta o foco atencional e exerce um efeito estimulante sobre a cognição (Orzech et al., 2016; Pashler et al., 2001; Valdez et al., 2008). Neste sentido, o controle *top-down* poderia estar influenciando os resultados atencionais deste estudo, uma vez que o sono ruim registrado deveria estar prejudicando estas variáveis, o que não foi observado.

Outros fatores que poderiam influenciar os resultados atencionais observados neste trabalho são: (1) a metodologia de ensino das escolas, uma vez que determinadas metodologias têm uma maior exigência cognitiva (Araújo, 1989; Alves, 2007); (2) o hábito do uso de computadores, dado que evidências mostram que isto relaciona-se a efeitos positivos e de longa duração sobre habilidades cognitivas, que incluem a atenção, bem como a capacidade visual e velocidade de processamento, também usadas na TEC (Attewell & Battle, 1999; Bavelier et al., 2011; Fiorini, 2010); ou (3) os erros de comissão: tentativas do participante em antecipar respostas aleatoriamente, ou respostas lentas computadas no estímulo seguinte. Nas duas

possibilidades o tempo de reação é tão curto, que não condiz com a velocidade de processamento do cérebro humano (Goel et al., 2009). Além disso, é importante ressaltar que o horário em que a TEC foi realizada pelo estudante pode exercer efeitos sobre o resultado obtido, uma vez que horários mais tardios apresentariam menor influência dos efeitos homeostáticos de sonolência ou inércia do sono, e vice-versa (Blatter & Cajochen, 2007; Borbély et al., 2016; Cohen & O'Donnell, 1993; Loveland & Williams, 1963; Valdez et al., 2005).

Ao contrário do inicialmente previsto, o modelo 4 das *GLMs* revelou que altas intensidades luminosas no dia da TEC, do despertar até a entrada na sala de aula (DS), associaram-se a tempos de reação mais longos para os três componentes da atenção avaliados: alerta tônico e fásico, e atenção seletiva, o que difere da literatura. Neste sentido, é possível que o horário de realização da tarefa, como dito, tenha influenciado esta relação (Valdez et al., 2005), uma vez que a maior parte da amostra não realizou a tarefa assim que chegou à escola. Desta forma, a permanência em sala de aula, com iluminação bastante inferior à registrada no trajeto para a escola poderia estar exercendo efeito sobre o estado de alerta destes indivíduos privados de sono (Cohen & O'Donnell, 1993; Posner & Rafal, 1987; Valdez, 2005; Valdez et al., 2010), o que poderia vir a influenciar o desempenho atencional tanto na execução da tarefa quanto na sala de aulas. Portanto, estas relações necessitam ser analisadas para avaliar de forma mais aprofundada o efeito da luz no dia de execução da TEC sobre a atenção.

Ao contrário do previsto, o modelo 4 das *GLMs* não revelou associações entre a intensidade luminosa registrada dentro das salas de aulas (*DT*) e os componentes da atenção. Isto poderia indicar que a qualidade da iluminação nas salas ($644,87 \pm 949,60$ lux) não seria suficiente para aumentar o alerta e diminuir os efeitos da privação do sono, consequentemente melhorando o desempenho atencional. Em uma revisão sistemática sobre os efeitos agudos da luz sobre o alerta, Souman e colaboradores (2018) relatam dados conflitantes. Segundo os autores, altas intensidades pela manhã (que variaram entre 700-2.000 lux) podem associar-se a

um maior alerta subjetivo, mas em nenhum dos estudos avaliados isto resultou em melhora no alerta objetivo, no tempo de reação ou na memória de trabalho, o que pode ser o caso dos resultados observados no presente estudo.

Nota-se que os níveis de iluminação médios aqui registrados foram mais altos do que o relatado em estudos anteriores no RN (Galina, 2017; Maia et al., 2011; Sousa et al., 2007), estando de acordo com as normas propostas pela ABNT (2013). Segundo estas normas nacionais, a iluminação de um ambiente de trabalho deve permitir o desenvolvimento de tarefas, sem que haja fadiga ou desconforto visual. Assim, intensidades entre 300 e ≥ 750 lux são indicadas (ABNT, 2013), o que foi atendido em média pelas salas amostradas. Em algumas, os valores até ultrapassam o proposto (949,60 lux), o que pode ser decorrente da presença de grandes janelas, que permitiam a entrada de bastante iluminação natural, associada a iluminação artificial observada nestas salas.

Se observa a grande variação luminosa dentro das salas de aula (27,69 - 2.304,20 lux). Enquanto os altos valores referem-se as salas com iluminação mista descritas acima, os valores baixos foram registrados durante aulas específicas, que caracterizam um hábito comum de professores: o uso de projetores. Neste sentido, é comum que o uso deste equipamento esteja associado a luzes apagadas, janelas/cortinas fechadas e a sala em penumbra. Todavia, este ambiente se caracteriza como ideal para o aumento da sonolência em indivíduos tão privados de sono, sendo frequente o relato de alunos dormindo durante aulas com o uso de projeção, principalmente em aulas longas (Rede Omnia, n.d.).

Além disso, é importante salientar que as normas propostas pela ABNT (2013) abrangem a funcionalidade do sistema visual formador de imagens, mas não leva em consideração que a luz influencia outras regiões cerebrais, incluindo áreas associadas ao sistema visual não-formador de imagens, tais como: (1) o núcleo pré-tectal olivar, ligado ao reflexo

pupilar; (2) o NSQ, oscilador central do STC; (3) núcleo pré-óptico ventro-lateral, região relacionada a modulação do CSV; bem como diversas outras áreas cerebrais associadas a (4) atividade locomotora e a (5) cognição (Dijk & Archer, 2009; Rea & Figueiro, 2011; Vandewalle et al., 2006). Desta forma, é possível que intensidades entre 300 e ≥ 750 lux não sejam suficientes para ativar sistemas neurais relacionados à atenção de forma aguda, o que resultaria em aumento nos níveis de alerta, diminuição da sonolência diurna e consequente melhora no desempenho cognitivo, principalmente em uma amostra que apresenta um sono tão ruim (Rea & Figueiro, 2011). Ademais, a curva de resposta de fase à luz (PRC) para adolescentes humanos (Crowley & Eastman, 2017), apesar de não considerar as implicações do turno matutino escolar, é um indicativo importante de como o ritmo destes indivíduos pode avançar em resposta à luz pela manhã, devendo ser considerado estudos futuros, incluindo os que envolvam desempenho cognitivo.

Outro fator a ser considerado futuramente é a composição espectral da luz em sala de aula, já que comprimentos na faixa do azul podem atenuar os efeitos da privação do sono, melhorando o desempenho cognitivo, por meio de mecanismos independentes da melatonina, que não é liberada durante o dia (Chellappa et al., 2011; Corbett et al., 2012; Sahin et al., 2014; Teixeira et al., 2013). Desta forma, a análise de variáveis do CSV e atenção de amostras expostas apenas a iluminação natural, a lâmpadas fluorescentes de comprimento de onda mista (Rahman et al., 2013), como as amostradas neste estudo, e lâmpadas LED, de comprimento curto (Vandewalle et al., 2006), talvez revelem relações que não foram observadas aqui. Ademais, Bertolotti (2007) recomenda que a iluminação em ambientes de trabalho apresente intensidades elevadas, como as combinações de luz natural e artificial observadas em algumas das salas amostradas; ou de lâmpadas LED que combinem diferentes faixas monocromáticas de ondas curtas, permitindo o uso de menor brilho (Rea & Figueiro, 2011). Assim, mesmo que este seja um aspecto pouco estudado, o espectro eletromagnético da luz precisa ser avaliado em

estudos que busquem a melhora de ambientes de trabalho, tais como a escola (Bertolotti, 2007). Neste ponto encontra-se uma das limitações do presente estudo, uma vez que não foi registrada a composição espectral da iluminação das salas de aulas. Assim, estudos adicionais são necessários a fim de esclarecer se a composição espectral da luz é um fator que pode influenciar o CSV e a atenção de adolescentes.

De maneira geral e considerando todos os modelos das *GLMs* analisados, a exposição a luz pela manhã parece explicar mais as modificações das variáveis do CSV do que as dos componentes da atenção, uma vez que os percentuais das variáveis dependentes explicados pelos modelos (R^2) são mais altos e observados em maior frequência. Ademais e ao contrário do esperado, os baixos percentuais de R^2 observados no modelo que avaliou o sono na noite anterior a TEC e os componentes da atenção indicam que pouco do desempenho atencional parece estar relacionado a este sono, como observado anteriormente (Schaedler et al., 2018). Todavia, é possível que a privação de sono parcial e crônica observada na amostra seja um fator de influência para o desempenho cognitivo, bem como outros fatores sociais, econômicos, étnicos, dentre outros (Ziporyn et al., 2022).

O controle de variáveis que poderiam influenciar os resultados, tais como sexo do participante (Díaz-Morales & Escribano, 2015), ano do ensino médio em que estudava, classificação econômica (Ziporyn et al., 2022) e tipo de transporte utilizado para ir à escola (Pereira et al., 2013) revelou que as relações entre a luz e as variáveis do CSV e atenção se mantiveram, indicando que mesmo fracas, estas relações parecem ser estáveis. Ademais, a inclusão das variáveis controle aumentou os percentuais das variáveis dependentes explicados pelos modelos (R^2), bem como o tamanho do efeito dos testes (η^2), que de efeitos moderados passou a indicar efeitos grandes (Cohen, 1988) na maioria dos modelos testados, o que é raro em pesquisas ecológicas (Dancey & Reidy, 2013). Todavia, as percentagens observadas permanecem baixas, mesmo com a inclusão das variáveis controle, indicando que variáveis não

analisadas ou coletadas podem influenciar as relações avaliadas, uma vez que em um estudo ecológico nem todas as variáveis de confusão são conhecidas ou podem ser controladas.

O presente estudo apresenta limitações. É possível que, o tamanho amostral não represente com fidelidade ou clareza as relações entre as variáveis estudadas. Com exceção dos resultados significativos, isto pode ser evidenciado pelos valores do poder dos testes (ψ) realizados, que não alcançam 0,5, indicando que a possibilidade de encontrar algum efeito seria menor que 50% (Dancey & Reidy, 2013). Neste sentido, uma amostra maior proporcionaria uma probabilidade mais alta de resultados significativos. Infelizmente, a amostra reduzida deve-se, primeiramente a complicações causadas pela pandemia da COVID-19, que impossibilitou a realização do estudo inicialmente proposto. Outro fator complicador foram as diferenças metodológicas utilizadas pelas diferentes pesquisas que compuseram o banco de dados utilizado no estudo. Neste sentido, a seleção de indivíduos com dados coletados a partir de instrumentos idênticos e sem lacunas de informações, possibilitando a avaliação das variáveis analisadas neste estudo, reduziu consideravelmente a amostra final.

Outra limitação consiste na falta de uma análise aprofundada da exposição à luz durante a noite, o que poderia mostrar novas relações entre o CSV e a atenção, ou esclarecer algum resultado registrado. Há limitações associadas a falta de informações, tais como: (1) tempo do trajeto até a escola, o que poderia ter esclarecido questões sobre a duração da exposição a luz natural pela manhã; e (2) sobre o uso de dispositivos eletrônicos, que poderiam elucidar outros tipos de aparelhos usados, como tablets, e os horários e a duração do uso.

Apesar das limitações, este trabalho se propôs a examinar relações entre o padrão de exposição à luz pela manhã, o CSV e a atenção de adolescentes que estudavam no turno matutino. Isto torna este estudo relevante e traz inovações a esta linha de pesquisa, uma vez que a influência da exposição à luz pela manhã sobre o CSV e a cognição são pouco estudadas nessa

faixa etária (Martin et al., 2016). Além do mais, não temos relatos de outros estudos com uma proposta parecida em regiões com baixas latitudes, tais como as observadas no estado do RN, o que torna a iluminação pela manhã um fator bastante relevante para o estudo. Há outros fatores de inovação a serem considerados: a avaliação de medidas objetivas e subjetivas em um contexto ecológico para o adolescente. Neste sentido, o presente estudo reforça o quanto os horários matutinos escolares são um desafio temporal para o sono saudável dos adolescentes, podendo apresentar consequências negativas sobre o desempenho cognitivo e acadêmico.

Desta forma, são necessários estudos adicionais que avaliem o efeito de diferentes intensidades, comprimento de onda e durações de iluminação pela manhã sobre o CSV e atenção de adolescentes que estudem no turno matutino. É necessário esclarecer relações entre estas variáveis, principalmente se as aulas matutinas podem ser um sincronizador forte o suficiente para diminuir os efeitos da luz, tida como o sincronizador mais forte dos ritmos circadianos humanos. Isto possibilitará trazer contribuições importantes não apenas para a comunidade escolar e para os pais de adolescentes, mas para toda a sociedade, através de políticas públicas que visem o desempenho acadêmico, mas principalmente, a saúde destes indivíduos.

Nesse interim, seria interessante se escolas pudessem adotar medidas que melhorassem a qualidade e intensidade luminosa a qual seus alunos se expõem, tais como: (1) utilização de lâmpadas LED, com frequência próximas ao azul, o que poderia ativar o sistema de temporização circadiano; (2) utilização de iluminação natural associada a artificial; (3) reorganização dos horários de aulas, priorizando disciplinas que possibilitem maior exposição a iluminação natural, como a educação física, nos primeiros horários do dia (Maia et al., 2011). Além disso, sugere-se a oferta de cursos sobre ritmos circadianos, sono e higiene do sono para toda a comunidade escolar, não apenas os adolescentes. Desta forma, seria possível ensinar sobre como melhorar hábitos de sono e exposição à luz, tanto de dia quanto à noite.

7. CONCLUSÃO

A partir dos resultados propõe-se que:

- A luz pela manhã em dias livres está associada à antecipação no ciclo sono e vigília, beneficiando o desempenho atencional, uma vez foram observadas associações entre altas intensidades luminosas e horários de dormir e acordar mais cedo em dias livres, meia fase do sono ocorrendo mais cedo e menor irregularidade no tempo na cama, além de tempos de reação mais curtos para o alerta tônico;
- A luz pela manhã em dias letivos apresentou resultados inesperados, uma vez que os adolescentes expostos a altas intensidades luminosas apresentaram horários de dormir tardios e duração do sono e tempo na cama encurtados. Neste sentido, a exposição a luz artificial noturna associada aos horários escolares matutinos precoces podem estar atuando como agentes sincronizadores que impõem forças opostas sobre o ritmo dos adolescentes.
- O desempenho atencional pela manhã está relacionado ao sono na noite anterior à TEC, pois estudantes com sonolência ao despertar e latência do sono mais baixas, apresentaram menor frequência de omissões no alerta tônico e maior de respostas corretas no alerta fásico, respectivamente;
- Estudos adicionais são necessários para avaliar relações entre a exposição à luz no dia da TEC e a atenção, uma vez que as associações positivas entre as variáveis observadas não corroboram com os descritos na literatura, podendo estar sendo influenciadas por outros fatores;
- A luz dentro das salas de aula estudadas é consideravelmente mais baixa quando comparada a iluminação natural à qual os estudantes se expõem no trajeto até a escola, o que poderia diminuir os efeitos ativadores da luz.

Desta forma, pesquisas adicionais são necessárias, com o intuito de confirmar as relações entre a iluminação pela manhã, o CSV e a atenção em adolescentes, bem como investigar associações que não foram possíveis de serem observadas ou comprovadas no presente estudo devido às limitações metodológicas.

8. Referências bibliográficas

- Albers, H. E. (1981). Gonadal hormones organize and modulate the circadian system of the rat. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 241(1), R62–R66. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1981.241.1.r62>
- Alfonsi, V., Palmizio, R., Rubino, A., Scarpelli, S., Gorgoni, M., D’Atri, A., Pazzaglia, M., Ferrara, M., Giuliano, S., & Gennaro, L. D. (2020). The Association Between School Start Time and Sleep Duration, Sustained Attention, and Academic Performance. *Nature and Science of Sleep*, 12(1), 1161–1173. <https://doi.org/10.2147/NSS.S273875>
- Alfonsi, V., Scarpelli, S., D’Atri, A., Stella, G., & Gennaro, L. D. (2020). Later School Start Time: The Impact of Sleep on Academic Performance and Health in the Adolescent Population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2574. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072574>
- Alhola, P., & Polo-Kantola, P. (2007). Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 3(5), 553–567. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2656292/>
- Alóe, F., Azevedo, A. P. de, & Hasan, R. (2005). Mecanismos do ciclo sono-vigília. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 27(suppl 1), 33–39. <https://doi.org/10.1590/s1516-44462005000500007>
- Alves, M. de F. (2007). Da repetição para a aprendizagem: desenvolvimento cognitivo por meio da interação. *Revista de Estudos Linguísticos*, 11(2), 41–57. <https://www.ufjf.br/revistaveredas/files/2009/12/artigo031.pdf>
- Anacleto, T. S., Adamowicz, T., Pinto, L. S. da C., & Louzada, F. M. (2014). School Schedules Affect Sleep Timing in Children and Contribute to Partial Sleep Deprivation. *Mind, Brain, and Education*, 8(4), 169–174. <https://doi.org/10.1111/mbe.12057>
- Anderson, C., & Platten, C. R. (2011). Sleep deprivation lowers inhibition and enhances impulsivity to negative stimuli. *Behavioural Brain Research*, 217(2), 463–466. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.09.020>
- Andrade, M. M. M. (1997). Padrões temporais das expressões da sonolência em adolescentes (p. 166) [Tese de doutorado].
- Andrade, M. M. M., Benedito-Silva, A. A., Domenice, S., Arnhold, I. J. P., & Menna-Barreto, L. (1993). Sleep characteristics of adolescents: A longitudinal study. *Journal of Adolescent Health*, 14(5), 401–406. [https://doi.org/10.1016/s1054-139x\(08\)80016-x](https://doi.org/10.1016/s1054-139x(08)80016-x)
- Angel, J. del, Cortez, J., Juárez, D., Guerrero, M., García, A., Ramírez, C., & Valdez, P. (2015). Effects of sleep reduction on the phonological and visuospatial components of working memory. *Sleep Science*, 8(2), 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.slsci.2015.06.001>
- Anjos, K. M. G. dos. (2020). Relação entre uso de mídias eletrônicas, hábitos de sono e atenção: um comparativo entre adolescentes da área urbana e suburbana da Região Metropolitana de Natal/RN (p. 117) [Tese de doutorado].
- Appleman, K., Figueiro, M. G., & Rea, M. S. (2013). Controlling light–dark exposure patterns rather than sleep schedules determines circadian phase. *Sleep Medicine*, 14(5), 456–461. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2012.12.011>

- Araújo, T. C. F. de. (1989). *Aprendizagem e desenvolvimento cognitivo: um estudo sobre a possibilidade de intervenção* [Dissertação de mestrado].
- Arendt, J. (1998). Melatonin and the pineal gland: influence on mammalian seasonal and circadian physiology. *Reviews of Reproduction*, 3(1), 13–22. <https://doi.org/10.1530/ror.0.0030013>
- Arendt, J. (2006). Melatonin and Human Rhythms. *Chronobiology International*, 23(1-2), 21–37. <https://doi.org/10.1080/07420520500464361>
- Arora, T., Broglia, E., Thomas, G. N., & Taheri, S. (2014). Associations between specific technologies and adolescent sleep quantity, sleep quality, and parasomnias. *Sleep Medicine*, 15(2), 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.08.799>
- Aschoff, J. (1960). Exogenous and Endogenous Components in Circadian Rhythms. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 25(0), 11–28. <https://doi.org/10.1101/sqb.1960.025.01.004>
- Ashbrook, L. H., Krystal, A. D., Fu, Y.-H., & Ptáček, L. J. (2019). Genetics of the human circadian clock and sleep homeostat. *Neuropsychopharmacology*, 45(1), 45–54. <https://doi.org/10.1038/s41386-019-0476-7>
- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP). (2013). *Critério Brasil - ABEP*. [Www.abep.org; ABEP. https://www.abep.org/criterio-brasil](https://www.abep.org/criterio-brasil)
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2013). *NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho*. [Www.abntcatalogo.com.br; ABNT. https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=Uk95Y2d6VDM5cjJvQVJQMUdoNWY4UFBzVXhrL0R4VGZ6Y1pGNzcrajBZOD0=](https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=Uk95Y2d6VDM5cjJvQVJQMUdoNWY4UFBzVXhrL0R4VGZ6Y1pGNzcrajBZOD0=)
- Attewell, P., & Battle, J. (1999). Home Computers and School Performance. *The Information Society*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/019722499128628>
- Badia, P., Myers, B., Boecker, M., Culpepper, J., & Harsh, J. R. (1991). Bright light effects on body temperature, alertness, EEG and behavior. *Physiology & Behavior*, 50(3), 583–588. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(91\)90549-4](https://doi.org/10.1016/0031-9384(91)90549-4)
- Bavelier, D., Green, C. S., Han, D. H., Renshaw, P. F., Merzenich, M. M., & Gentile, D. A. (2011). Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(12), 763–768. <https://doi.org/10.1038/nrn3135>
- Beauvalet, J. C., Quiles, C. L., Oliveira, M. A. B. de, Ilgenfritz, C. A. V., Hidalgo, M. P., & Tonon, A. C. (2017). Social jetlag in health and behavioral research: a systematic review. *ChronoPhysiology and Therapy*, 7(1), 19–31. <https://doi.org/10.2147/cpt.s108750>
- Beebe, D. W., Rose, D., & Amin, R. (2010). Attention, Learning, and Arousal of Experimentally Sleep-restricted Adolescents in a Simulated Classroom. *Journal of Adolescent Health*, 47(5), 523–525. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2010.03.005>
- Belísio, A. S. (2014). *Padrões temporais de sono, sonolência diurna e os componentes da atenção em crianças que estudam nos turnos da manhã e da tarde na educação infantil* [Tese de doutorado].
- Berlyne, D. E. (1969). The development of the concept of attention in psychology. In *Attention in neurophysiology* (pp. 1–26). Butterworths.

- Berson, D. M. (2002). Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock. *Science*, 295(5557), 1070–1073. <https://doi.org/10.1126/science.1067262>
- Bertolotti, D. (2007). Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia (p. 162) [Dissertação de mestrado]. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-19092007-141031/pt-br.php>
- Biss, R. K., & Hasher, L. (2012a). Happy as a Lark: Morning-Type Younger and Older Adults Are Higher in Positive Affect. *Emotion* (Washington, D.C.), 12(3), 437–441. <https://doi.org/10.1037/a0027071>
- Biss, R. K., & Hasher, L. (2012b). Happy as a Lark: Morning-Type Younger and Older Adults Are Higher in Positive Affect. *Emotion* (Washington, D.C.), 12(3), 437–441. <https://doi.org/10.1037/a0027071>
- Blatter, K., & Cajochen, C. (2007). Circadian rhythms in cognitive performance: Methodological constraints, protocols, theoretical underpinnings. *Physiology & Behavior*, 90(2-3), 196–208. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.09.009>
- Boonstra, T. W., Stins, J. F., Daffertshofer, A., & Beek, P. J. (2007). Effects of sleep deprivation on neural functioning: an integrative review. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64(7-8), 934–946. <https://doi.org/10.1007/s00018-007-6457-8>
- Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiology*, 1(3), 195–204. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7185792/>
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *Journal of Sleep Research*, 25(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>
- Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., & Rollag, M. D. (2001). Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor. *The Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405–6412. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.21-16-06405.2001>
- Brandalize, M., Pereira, É. F., Leite, N., Filho, G. L., & Louzada, F. M. (2011). Effect of Morning School Schedule on Sleep and Anthropometric Variables in Adolescents: A Follow-Up Study. *Chronobiology International*, 28(9), 779–785. <https://doi.org/10.3109/07420528.2011.603452>
- Brandstaetter, R. (2004). Circadian lessons from peripheral clocks: Is the time of the mammalian pacemaker up? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(16), 5699–5700. <https://doi.org/10.1073/pnas.0401378101>
- Cajochen, C., Frey, S., Anders, D., Späti, J., Bues, M., Pross, A., Mager, R., Wirz-Justice, A., & Stefani, O. (2011). Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 110(5), 1432–1438. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00165.2011>
- Cajochen, C., Münch, M., Kobińska, S., Kräuchi, K., Steiner, R., Oelhafen, P., Orgül, S., & Wirz-Justice, A. (2005). High Sensitivity of Human Melatonin, Alertness, Thermoregulation, and Heart Rate to Short Wavelength Light. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(3), 1311–1316. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0957>

- Cajochen, C., Zeitzer, J. M., Czeisler, C. A., & Dijk, D.-J. (2000). Dose-response relationship for light intensity and ocular and electroencephalographic correlates of human alertness. *Behavioural Brain Research*, 115(1), 75–83. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(00\)00236-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(00)00236-9)
- Carrier, J., & Monk, T. H. (2000). Circadian Rhythms of Performance: New Trends. *Chronobiology International*, 17(6), 719–732. <https://doi.org/10.1081/cbi-100102108>
- Carskadon, M. A. (1990). Adolescent sleepiness: increased risk in a high-risk population. *Journal of Safety Research*, 21(4), 169. [https://doi.org/10.1016/0022-4375\(90\)90038-d](https://doi.org/10.1016/0022-4375(90)90038-d)
- Carskadon, M. A. (2011). Sleep in Adolescents: The Perfect Storm. *Pediatric Clinics of North America*, 58(3), 637–647. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2011.03.003>
- Carskadon, M. A., Acebo, C., & Arnedt, J. T. (2002). Failure to identify pubertally mediated melatonin sensitivity to light in adolescents. *Sleep*, 25(suppl), A191.
- Carskadon, M. A., Acebo, C., & Jenni, O. G. (2004). Regulation of Adolescent Sleep: Implications for Behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1021(1), 276–291. <https://doi.org/10.1196/annals.1308.032>
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2011). Normal human sleep: an overview. In M. H. Kryger, T. Roth, & W. C. Dement (Eds.), *Principles and Practice of Sleep Medicine* (pp. 16–26). Missouri: Elsevier Saunders.
- Carskadon, M. A., Harvey, K., Duke, P., Anders, T. F., Litt, I. F., & Dement, W. C. (1980). Pubertal Changes in Daytime Sleepiness. *Sleep*, 2(4), 453–460. <https://doi.org/10.1093/sleep/2.4.453>
- Carskadon, M. A., Vieira, C., & Acebo, C. (1993). Association between Puberty and Delayed Phase Preference. *Sleep*, 16(3), 258–262. <https://doi.org/10.1093/sleep/16.3.258>
- Carskadon, M. A., Wolfson, A. R., Acebo, C., Tzischinsky, O., & Seifer, R. (1998). Adolescent Sleep Patterns, Circadian Timing, and Sleepiness at a Transition to Early School Days. *Sleep*, 21(8), 871–881. <https://doi.org/10.1093/sleep/21.8.871>
- Carter, B., Rees, P., Hale, L., Bhattacharjee, D., & Paradkar, M. S. (2016). Association Between Portable Screen-Based Media Device Access or Use and Sleep Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 170(12), 1202–1208. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2016.2341>
- Carvalho-Mendes, R. P., Dunster, G. P., de la Iglesia, H. O., & Menna-Barreto, L. (2020). Afternoon School Start Times Are Associated with a Lack of Both Social Jetlag and Sleep Deprivation in Adolescents. *Journal of Biological Rhythms*, 35(4), 377–390. <https://doi.org/10.1177/0748730420927603>
- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). (2016). Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - INPE - Natal / RN. [www.cptec.inpe.br](https://www.cptec.inpe.br/rn/natal). <https://www.cptec.inpe.br/rn/natal>
- Chaby, L. E., Cavigelli, S. A., Hirrlinger, A. M., Lim, J., Warg, K. M., & Braithwaite, V. A. (2015). Chronic Stress During Adolescence Impairs and Improves Learning and Memory in Adulthood. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9(327). <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00327>
- Chang, A.-M., Aeschbach, D., Duffy, J. F., & Czeisler, C. A. (2014). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness.

Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(4), 1232–1237.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1418490112>

Chang, A.-M., Santhi, N., St Hilaire, M., Gronfier, C., Bradstreet, D. S., Duffy, J. F., Lockley, S. W., Kronauer, R. E., & Czeisler, C. A. (2012). Human responses to bright light of different durations. *The Journal of Physiology*, 590(13), 3103–3112.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.226555>

Chellappa, S. L., Ly, J. Q. M., Meyer, C., Balteau, E., Degueldre, C., Luxen, A., Phillips, C., Cooper, H. M., & Vandewalle, G. (2014). Photic memory for executive brain responses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(16), 6087–6091.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1320005111>

Chellappa, S. L., Steiner, R., Blattner, P., Oelhafen, P., Götz, T., & Cajochen, C. (2011). Non-Visual Effects of Light on Melatonin, Alertness and Cognitive Performance: Can Blue-Enriched Light Keep Us Alert? *PLoS ONE*, 6(1), e16429.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016429>

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed., pp. 1–579). L. Erlbaum Associates.

Cohen, R. A., & O'Donnell, B. F. (1993). Models and mechanisms of attention. In R. A. Cohen, I. A. Sparling-Cohen, & I. F. O'Donnell (Eds.), *The Neuropsychology of Attention* (pp. 177–186). New York: Plenum Press.

Condor Instruments. (2015). ActTrust user manual Model: AT0503.
https://www.condorinst.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Manual_ActTrust_2017051701_en.pdf

Corbett, R. W., Middleton, B., & Arendt, J. (2012). An hour of bright white light in the early morning improves performance and advances sleep and circadian phase during the Antarctic winter. *Neuroscience Letters*, 525(2), 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.06.046>

Corrigan, N. M., Yarnykh, V. L., Hippe, D. S., Owen, J. P., Huber, E., Zhao, T. C., & Kuhl, P. K. (2021). Myelin development in cerebral gray and white matter during adolescence and late childhood. *NeuroImage*, 227, 117678. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117678>

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

Crowley, S. J., Cain, S. W., Burns, A. C., Acebo, C., & Carskadon, M. A. (2015). Increased Sensitivity of the Circadian System to Light in Early/Mid-Puberty. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 100(11), 4067–4073. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-2775>

Crowley, S. J., & Carskadon, M. A. (2010). Modifications To Weekend Recovery Sleep Delay Circadian Phase In Older Adolescents. *Chronobiology International*, 27(7), 1469–1492.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2010.503293>

Crowley, S. J., & Eastman, C. I. (2017). Human Adolescent Phase Response Curves to Bright White Light. *Journal of Biological Rhythms*, 32(4), 334–344.
<https://doi.org/10.1177/0748730417713423>

Crowley, S. J., & Eastman, C. I. (2018). Free-running circadian period in adolescents and adults. *Journal of Sleep Research*, 27(5), e12678. <https://doi.org/10.1111/jsr.12678>

Crowley, S. J., Tarokh, L., & Carskadon, M. A. (2014). Sleep during adolescence. In S. H. Sheldon & R. Ferber (Eds.), *Principles and Practice of Pediatric Sleep Medicine* (pp. 45–51). Philadelphia: Elsevier.

Crowley, S. J., Wolfson, A. R., Tarokh, L., & Carskadon, M. A. (2018). An update on adolescent sleep: New evidence informing the perfect storm model. *Journal of Adolescence*, 67(1), 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2018.06.001>

Czeisler, C. A., Buxton, O. M., & Khalsa, S. B. (2002). The human circadian timing system and sleep-wake regulation. In M. E. Kryger, T. Roth, & W. C. Dement (Eds.), *Principles and practice of sleep medicine* (pp. 353–375). Philadelphia: WB Saunders Company.

Czeisler, C. A., Duffy, J. F., Shanahan, T. L., Brown, E. N., Mitchell, J. F., Rimmer, D. W., Ronda, J. M., Silva, E. J., Allan, J. S., Emens, J. S., Dijk, D. J., & Kronauer, R. E. (1999). Stability, Precision, and Near-24-Hour Period of the Human Circadian Pacemaker. *Science*, 284(5423), 2177–2181. <https://doi.org/10.1126/science.284.5423.2177>

Czeisler, C. A., Richardson, G. S., Zimmerman, J. C., Moore-Ede, M. C., & Weitzman, E. D. (1981). Entrainment of human circadian rhythms by light-dark cycles: a reassessment. *Photochemistry and Photobiology*, 34(2), 239–247. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7267730/>

Daan, S., & Aschoff, J. (2001). The entrainment of circadian systems. In J. S. Takahashi & F. Turek (Eds.), *Handbook of Behavioral Neurobiology: Circadian Clocks* (pp. 7–42). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Daan, S., Beersma, D. G., & Borbely, A. A. (1984). Timing of human sleep: recovery process gated by a circadian pacemaker. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 246(2), R161–R183. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1984.246.2.r161>

Dacey, D. M., Liao, H.-W., Peterson, B. B., Robinson, F. R., Smith, V. C., Pokorny, J., Yau, K.-W., & Gamlin, P. D. (2005). Melanopsin-expressing ganglion cells in primate retina signal colour and irradiance and project to the LGN. *Nature*, 433(7027), 749–754. <https://doi.org/10.1038/nature03387>

Dahl, R. E. (1996). The regulation of sleep and arousal: Development and psychopathology. *Development and Psychopathology*, 8(1), 3–27. <https://doi.org/10.1017/s0954579400006945>

Dancey, C. P., & Reidy, J. (2013). *Estatística sem matemática para psicologia* (5a ed., pp. 1–609). Editora Penso.

Danilenko, K. V., Plisov, I. L., Wirz-Justice, A., & Hébert, M. (2009). Human Retinal Light Sensitivity and Melatonin Rhythms Following Four Days in Near Darkness. *Chronobiology International*, 26(1), 93–107. <https://doi.org/10.1080/07420520802689814>

Dewan, K., Benloucif, S., Reid, K., Wolfe, L. F., & Zee, P. C. (2011). Light-Induced Changes of the Circadian Clock of Humans: Increasing Duration is More Effective than Increasing Light Intensity. *Sleep*, 34(5), 593–599. <https://doi.org/10.1093/sleep/34.5.593>

Díaz-Morales, J. F., & Escribano, C. (2015). Social jetlag, academic achievement and cognitive performance: Understanding gender/sex differences. *Chronobiology International*, 32(6), 822–831. <https://doi.org/10.3109/07420528.2015.1041599>

Dijk, D.-J., & Archer, S. N. (2009). Light, Sleep, and Circadian Rhythms: Together Again. *PLoS Biology*, 7(6), e1000145. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000145>

- Diogo, F. M. C., Galina, S. D., Oliveira, M. L. C. de, Valdez, P., & Azevedo, C. V. M. de. (2021). Comparative analysis of sleep patterns and attention components in high school and college adolescents. *Sleep Science*, 14(nspe1). <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20200085>
- Dongen, H. P. A. V., Maislin, G., Mullington, J. M., & Dinges, D. F. (2003). The Cumulative Cost of Additional Wakefulness: Dose-Response Effects on Neurobehavioral Functions and Sleep Physiology from Chronic Sleep Restriction and Total Sleep Deprivation. *Sleep*, 26(2), 117–126. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.2.117>
- Dunster, G. P., de la Iglesia, L., Ben-Hamo, M., Nave, C., Fleischer, J. G., Panda, S., & de la Iglesia, H. O. (2018). Sleepmore in Seattle: Later school start times are associated with more sleep and better performance in high school students. *Science Advances*, 4(12), eaau6200. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau6200>
- Edwards, F. (2012). Early to rise? The effect of daily start times on academic performance. *Economics of Education Review*, 31(6), 970–983. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2012.07.006>
- Emens, J. S., Yuhas, K., Rough, J., Kochar, N., Peters, D., & Lewy, A. J. (2009). Phase Angle of Entrainment in Morning- and Evening-Types under Naturalistic Conditions. *Chronobiology International*, 26(3), 474–493. <https://doi.org/10.1080/07420520902821077>
- Estevan, I., Silva, A., Vetter, C., & Tassinio, B. (2020). Short Sleep Duration and Extremely Delayed Chronotypes in Uruguayan Youth: The Role of School Start Times and Social Constraints. *Journal of Biological Rhythms*, 35(4), 391–404. <https://doi.org/10.1177/0748730420927601>
- Facer-Childs, E. R., Middleton, B., Skene, D. J., & Bagshaw, A. P. (2019). Resetting the late timing of “night owls” has a positive impact on mental health and performance. *Sleep Medicine*, 60(1), 236–247. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.05.001>
- Ficca, G., Axelsson, J., Mollicone, D. J., Muto, V., & Vitiello, M. V. (2010). Naps, cognition and performance. *Sleep Medicine Reviews*, 14(4), 249–258. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.09.005>
- Figueiro, M. G., Wood, B., Plitnick, B., & Rea, M. S. (2011). The impact of light from computer monitors on melatonin levels in college students. *Neuro Endocrinology Letters*, 32(2), 158–163. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21552190/>
- Fiorini, M. (2010). The effect of home computer use on children’s cognitive and non-cognitive skills. *Economics of Education Review*, 29(1), 55–72. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2009.06.006>
- Fisk, A. S., Tam, S. K. E., Brown, L. A., Vyazovskiy, V. V., Bannerman, D. M., & Peirson, S. N. (2018). Light and Cognition: Roles for Circadian Rhythms, Sleep, and Arousal. *Frontiers in Neurology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00056>
- Fleig, D., & Randler, C. (2009). Association between chronotype and diet in adolescents based on food logs. *Eating Behaviors*, 10(2), 115–118. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2009.03.002>
- Fontana, S. A., Raimondi, W., & Rizzo, M. L. (2014). Calidad de sueño y atención selectiva en estudiantes universitarios: estudio descriptivo transversal. *Medwave*, 14(08). <https://doi.org/10.5867/medwave.2014.08.6015>
- Galina, S. D. (2017). Relação Entre Exposição À Luz Em Sala De Aula, Ciclo Sono-Vigília E Atenção Em Adolescentes De Diferentes Cidades Do RN (p. 144) [Dissertação de Mestrado].

- Galina, S. D., Souza, J. C., Valdez, P., & Azevedo, C. V. M. (2021). Daily light exposure, sleep–wake cycle and attention in adolescents from different urban contexts. *Sleep Medicine*, 81(1), 410–417. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.03.012>
- Gamble, A. L., D’Rozario, A. L., Bartlett, D. J., Williams, S., Bin, Y. S., Grunstein, R. R., & Marshall, N. S. (2014). Adolescent Sleep Patterns and Night-Time Technology Use: Results of the Australian Broadcasting Corporation’s Big Sleep Survey. *PLoS ONE*, 9(11), e111700. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111700>
- Gerber, A. J., Peterson, B. S., Giedd, J. N., Lalonde, F. M., Celano, M. J., White, S. L., Wallace, G. L., Lee, N. R., & Lenroot, R. K. (2009). Anatomical Brain Magnetic Resonance Imaging of Typically Developing Children and Adolescents. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(5), 465–470. <https://doi.org/10.1097/chi.0b013e31819f2715>
- Goel, N., Rao, H., Durmer, J., & Dinges, D. (2009). Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation. *Seminars in Neurology*, 29(04), 320–339. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1237117>
- Goldin, A. P., Sigman, M., Braier, G., Golombek, D. A., & Leone, M. J. (2020). Interplay of chronotype and school timing predicts school performance. *Nature Human Behaviour*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0820-2>
- Gorfine, T., Assaf, Y., Goshen-Gottstein, Y., Yeshurun, Y., & Zisapel, N. (2006). Sleep-anticipating effects of melatonin in the human brain. *NeuroImage*, 31(1), 410–418. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.11.024>
- Groen, J. A., & Pabilonia, S. W. (2019). Snooze or lose: High school start times and academic achievement. *Economics of Education Review*, 72(1), 204–218. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2019.05.011>
- Grumbach, P., Opel, N., Martin, S., Meinert, S., Leehr, E. J., Redlich, R., Enneking, V., Goltermann, J., Baune, B. T., Dannlowski, U., & Repple, J. (2020). Sleep duration is associated with white matter microstructure and cognitive performance in healthy adults. *Human Brain Mapping*, 41(15), 4397–4405. <https://doi.org/10.1002/hbm.25132>
- Hagenauer, M. H., Perryman, J. I., Lee, T. M., & Carskadon, M. A. (2009). Adolescent Changes in the Homeostatic and Circadian Regulation of Sleep. *Developmental Neuroscience*, 31(4), 276–284. <https://doi.org/10.1159/000216538>
- Haim, A., & Portnov, B. A. (2013). Light pollution as a new risk factor for human breast and prostate cancers. Springer.
- Haraszti, R. Á., Ella, K., Gyöngyösi, N., Roenneberg, T., & Káldi, K. (2014). Social jetlag negatively correlates with academic performance in undergraduates. *Chronobiology International*, 31(5), 603–612. <https://doi.org/10.3109/07420528.2013.879164>
- Hasler, B. P., & Pedersen, S. L. (2020). Sleep and circadian risk factors for alcohol problems: a brief overview and proposed mechanisms. *Current Opinion in Psychology*, 34(1), 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.09.005>
- Hayashi, M., Motoyoshi, N., & Hori, T. (2005). Recuperative power of a short daytime nap with or without stage 2 sleep. *Sleep*, 28(7), 829–836. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16124661/>

- Heissel, J. A., & Norris, S. (2018). Rise and Shine: The Effect of School Start Times on Academic Performance from Childhood through Puberty. *Journal of Human Resources*, 53(4), 957–992. <https://doi.org/10.3368/jhr.53.4.0815-7346r1>
- Higuchi, S., Motohashi, Y., Liu, Y., Ahara, M., & Kaneko, Y. (2003). Effects of VDT tasks with a bright display at night on melatonin, core temperature, heart rate, and sleepiness. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 94(5), 1773–1776. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00616.2002>
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., Herman, J., Katz, E. S., Kheirandish-Gozal, L., Neubauer, D. N., O'Donnell, A. E., Ohayon, M., Peever, J., Rawding, R., Sachdeva, R. C., Setters, B., Vitiello, M. V., Ware, J. C., & Adams Hillard, P. J. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health*, 1(1), 40–43. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010>
- Honn, K. A., Hinson, J. M., Whitney, P., & Dongen, H. P. A. V. (2019). Cognitive flexibility: A distinct element of performance impairment due to sleep deprivation. *Accident Analysis & Prevention*, 126(1), 191–197. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.02.013>
- Horne, J. A. (1993). Human Sleep, Sleep Loss and Behaviour. *British Journal of Psychiatry*, 162(3), 413–419. <https://doi.org/10.1192/bjp.162.3.413>
- Horne, J. A., & Ostberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 4(2), 97–110. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1027738/>
- Hummer, D. L., & Lee, T. M. (2016). Daily timing of the adolescent sleep phase: Insights from a cross-species comparison. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 70(1), 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.07.023>
- Hysing, M., Haugland, S., Stormark, K. M., Bøe, T., & Sivertsen, B. (2015). Sleep and school attendance in adolescence: Results from a large population-based study. *Scandinavian Journal of Public Health*, 43(1), 2–9. <https://doi.org/10.1177/1403494814556647>
- Jackson, C. L., Redline, S., & Emmons, K. M. (2015). Sleep as a Potential Fundamental Contributor to Disparities in Cardiovascular Health. *Annual Review of Public Health*, 36(1), 417–440. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031914-122838>
- Jankowski, K. S. (2017). Social jet lag: Sleep-corrected formula. *Chronobiology International*, 34(4), 531–535. <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1299162>
- Jenni, O. G., & Carskadon, M. A. (2009). Life Cycles: infants to adolescents. In M. R. Opp (Ed.), *Basic of Sleep Guide: Sleep Research Society* (pp. 33–41). Westchester: Sleep Research Society.
- Juda, M., Vetter, C., & Roenneberg, T. (2013). Chronotype Modulates Sleep Duration, Sleep Quality, and Social Jet Lag in Shift-Workers. *Journal of Biological Rhythms*, 28(2), 141–151. <https://doi.org/10.1177/0748730412475042>
- Kaida, K., Takeda, Y., & Tsuzuki, K. (2012). The Relationship between Flow, Sleepiness and Cognitive Performance: The Effects of Short Afternoon Nap and Bright Light Exposure. *Industrial Health*, 50(3), 189–196. <https://doi.org/10.2486/indhealth.ms1323>

- Kelly, Y., Kelly, J., & Sacker, A. (2013). Time for bed: associations with cognitive performance in 7-year-old children: a longitudinal population-based study. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 67(11), 926–931. <https://doi.org/10.1136/jech-2012-202024>
- Killgore, W. D. S. (2010). Effects of sleep deprivation on cognition. *Progress in Brain Research*, 185(1), 105–129. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-53702-7.00007-5>
- Kribbs, N. B., & Dinges, D. (1994). Vigilance decrement and sleepiness. In R. D. Ogilvie & J. R. Harsh (Eds.), *Sleep onset: Normal and abnormal processes* (pp. 113–125). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10166-007>
- Kuller, R., & Laike, T. (1998). The impact of flicker from fluorescent lighting on well-being, performance and physiological arousal. *Ergonomics*, 41(4), 433–447. <https://doi.org/10.1080/001401398186928>
- Lely, S. van der, Frey, S., Garbazza, C., Wirz-Justice, A., Jenni, O. G., Steiner, R., Wolf, S., Cajochen, C., Bromundt, V., & Schmidt, C. (2015). Blue Blocker Glasses as a Countermeasure for Alerting Effects of Evening Light-Emitting Diode Screen Exposure in Male Teenagers. *Journal of Adolescent Health*, 56(1), 113–119. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2014.08.002>
- Lenard, M., Morrill, M. S., & Westall, J. (2020). High school start times and student achievement: Looking beyond test scores. *Economics of Education Review*, 76(1), 101975. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.101975>
- Leocadio-Miguel, M. A., Louzada, F. M., Duarte, L. L., Areas, R. P., Alam, M., Freire, M. V., Fontenele-Araujo, J., Menna-Barreto, L., & Pedrazzoli, M. (2017). Latitudinal cline of chronotype. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05797-w>
- Lerner, A. B., Case, J. D., Takahashi, Y., Lee, T. H., & Mori, W. (1958). Isolation Of Melatonin, The Pineal Gland Factor That Lightens Melanocytes. *Journal of the American Chemical Society*, 80(10), 2587–2587. <https://doi.org/10.1021/ja01543a060>
- Lewy, A. J., Sack, R. L., & Frederickson, R. H. (1983). The use of bright light in the treatment of chronobiologic sleep and mood disorders: The phase-response curve. *Psychopharmacology Bulletin*, 19(3), 523–525. <https://ohsu.pure.elsevier.com/en/publications/the-use-of-bright-light-in-the-treatment-of-chronobiologic-sleep--2>
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2008). Sleep Deprivation and Vigilant Attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 305–322. <https://doi.org/10.1196/annals.1417.002>
- Lockley, S. W., Evans, E. E., Scheer, F. A. J. L., Brainard, G. C., Czeisler, C. A., & Aeschbach, D. (2006). Short-wavelength sensitivity for the direct effects of light on alertness, vigilance, and the waking electroencephalogram in humans. *Sleep*, 29(2), 161–168. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16494083/>
- Lorelei, I. (2003). Incandescent light: The healthier alternative? *Nexus Magazine*, 10(3), 1–22.
- Louzada, F. M. (2000). Um estudo sobre a expressão da ritmicidade biológica em diferentes contextos sócio-culturais: o ciclo sono-vigília de adolescentes [Tese de doutorado].
- Louzada, F., & Menna-Barreto, L. (2003). Sleep-Wake Cycle Expression in Adolescence: Influences of Social Context. *Biological Rhythm Research*, 34(2), 129–136. <https://doi.org/10.1076/brhm.34.2.129.14490>

- Louzada, F., & Menna-Barreto, L. (2004). Sleep–Wake Cycle in Rural Populations. *Biological Rhythm Research*, 35(1-2), 153–157. <https://doi.org/10.1080/09291010412331313304>
- Loveland, N. T., & Williams, H. L. (1963). Adding, Sleep Loss, and Body Temperature. *Perceptual and Motor Skills*, 16(3), 923–929. <https://doi.org/10.2466/pms.1963.16.3.923>
- Lowe, C. J., Safati, A., & Hall, P. A. (2017). The neurocognitive consequences of sleep restriction: A meta-analytic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80(1), 586–604. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.07.010>
- Machado-Duque, M. E., Echeverri Chabur, J. E., & Machado-Alba, J. E. (2015). Excessive Daytime Sleepiness, Poor Quality Sleep, and Low Academic Performance in Medical Students. *Revista Colombiana de Psiquiatria*, 44(3), 137–142. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2015.04.002>
- Maia, A. P. L., Sousa, I. C. de, & Azevedo, C. V. M. de. (2011). Effect of morning exercise in sunlight on the sleep-wake cycle in adolescents. *Psychology & Neuroscience*, 4(3), 323–331. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2011.3.005>
- Maldonado, C. C., Bentley, A. J., & Mitchell, D. (2004). A Pictorial Sleepiness Scale Based on Cartoon Faces. *Sleep*, 27(3), 541–548. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.3.541>
- Martel, L. D. (2017, August 29). Lighting For Schools. Full Spectrum Solutions, Inc.; Full Spectrum Solutions, Inc. <https://www.fullspectrumolutions.com/pages/lighting-for-schools>
- Martin, J. S., Gaudreault, M. M., Perron, M., & Laberge, L. (2016). Chronotype, Light Exposure, Sleep, and Daytime Functioning in High School Students Attending Morning or Afternoon School Shifts. *Journal of Biological Rhythms*, 31(2), 205–217. <https://doi.org/10.1177/0748730415625510>
- Martinez-Nicolas, A., Ortiz-Tudela, E., Madrid, J. A., & Rol, M. A. (2011). Crosstalk Between Environmental Light and Internal Time in Humans. *Chronobiology International*, 28(7), 617–629. <https://doi.org/10.3109/07420528.2011.593278>
- Martynhak, B. J., Louzada, F. M., Pedrazzoli, M., & Araujo, J. F. (2010). Does The Chronotype Classification Need to Be Updated? Preliminary Findings. *Chronobiology International*, 27(6), 1329–1334. <https://doi.org/10.3109/07420528.2010.490314>
- Masal, E., Randler, C., Beşoluk, Ş., Önder, İ., Horzum, M. B., & Vollmer, C. (2015). Effects of longitude, latitude and social factors on chronotype in Turkish students. *Personality and Individual Differences*, 86(1), 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.05.019>
- Mathias, A., Sanches, R. P., & Andrade, M. M. M. (2006). Incentivar hábitos de sono adequados: um desafio para os educadores. <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2004/artigos/eixo10/incentivarhabitosdosono.pdf>
- McCreery, J., & Hill, T. (2005). Illuminating the classroom environment. *School Planning and Management*, 44(2), 1–3.
- McMakin, D. L., Dahl, R. E., Buysse, D. J., Cousins, J. C., Forbes, E. E., Silk, J. S., Siegle, G. J., & Franzen, P. L. (2016). The impact of experimental sleep restriction on affective functioning in social and nonsocial contexts among adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(9), 1027–1037. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12568>
- Medeiros, A. L. D., Mendes, D. B. F., Lima, P. F., & Araujo, J. F. (2001). The Relationships between Sleep-Wake Cycle and Academic Performance in Medical Students. *Biological Rhythm Research*, 32(2), 263–270. <https://doi.org/10.1076/brhm.32.2.263.1359>

- Mello, L., Louzada, F., & Menna-Barreto, L. (2001). Effects of School Schedule Transition on Sleep-Wake Cycle of Brazilian Adolescents. [Www.semanticscholar.org](http://www.semanticscholar.org). <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-School-Schedule-Transition-on-Sleep-Wake-Mello-Louzada/b664cfa6111a47d71e10efba8fef2857258dfa2f>
- Melo, P. R., Gonçalves, B. S. B., Menezes, A. A. L., & Azevedo, C. V. M. (2016). Circadian activity rhythm in pre-pubertal and pubertal marmosets (*Callithrix jacchus*) living in family groups. *Physiology & Behavior*, 155(1), 242–249. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.12.023>
- Millman, R. P. (2005). Excessive Sleepiness in Adolescents and Young Adults: Causes, Consequences, and Treatment Strategies. *PEDIATRICS*, 115(6), 1774–1786. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-0772>
- Minors, D. S., Waterhouse, J. M., & Wirz-Justice, A. (1991). A human phase-response curve to light. *Neuroscience Letters*, 133(1), 36–40. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(91\)90051-t](https://doi.org/10.1016/0304-3940(91)90051-t)
- Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahearn, M. B., & Kellam, S. G. (1991). Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*, 2(2), 109–145. <https://doi.org/10.1007/bf01109051>
- Mishra, P., Panigrahi, M., & Ankit, D. (2020). Cognition and Alertness in Medical Students: Effects of a Single Night of Partial Sleep Deprivation. *Annals of Neurosciences*, 27(2), 57–62. <https://doi.org/10.1177/0972753120965083>
- Misiunaite, I., Eastman, C. I., & Crowley, S. J. (2020). Circadian Phase Advances in Response to Weekend Morning Light in Adolescents with Short Sleep and Late Bedtimes on School Nights. *Frontiers in Neuroscience*, 14(1). <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00099>
- Mitler, M. M., Van den Hoed, J., Carskadon, M. A., Richardson, G., Park, R., Guilleminault, C., & Dement, W. C. (1979). REM sleep episodes during the multiple sleep latency test in narcoleptic patients. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 46(4), 479–481. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(79\)90149-4](https://doi.org/10.1016/0013-4694(79)90149-4)
- Moore, M., & Meltzer, L. J. (2008). The sleepy adolescent: causes and consequences of sleepiness in teens. *Paediatric Respiratory Reviews*, 9(2), 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2008.01.001>
- Moore, R. Y. (1999). Circadian timing. In M. J. Zigmond, F. E. Bloom, S. C. Landis, J. L. Roberts, & L. R. Squire (Eds.), *Fundamental Neuroscience* (pp. 1189–1206). San Diego: Academic Press.
- Moore, R. Y. (2007). Suprachiasmatic nucleus in sleep–wake regulation. *Sleep Medicine*, 8(1), 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2007.10.003>
- Moore-Ede, M. C., Sulzman, F. M., & Fuller, C. A. (1982). Characteristics of circadian clocks. In *The clock that time us: Physiology of the Circadian Timing System*. Harvard, University Press: Cambridge.
- Myers, B. L., & Badia, P. (1993). Immediate effects of different light intensities on body temperature and alertness. *Physiology & Behavior*, 54(1), 199–202. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(93\)90067-p](https://doi.org/10.1016/0031-9384(93)90067-p)
- Najjar, R. P., Chiquet, C., Teikari, P., Cornut, P.-L., Claustrat, B., Denis, P., Cooper, H. M., & Gronfier, C. (2014). Aging of non-visual spectral sensitivity to light in humans: compensatory mechanisms? *PloS One*, 9(1), e85837. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085837>

- Najjar, R. P., & Zeitzer, J. M. (2016). Temporal integration of light flashes by the human circadian system. *The Journal of Clinical Investigation*, 126(3), 938–947. <https://doi.org/10.1172/JCI82306>
- Norazman, N., Ani, A. I. C., Ja'afar, N. H., & Khoiry, M. A. (2018). Indoor Lighting in Classroom Environment Influences on Students' Learning Performance. *The Journal of Social Sciences Research*, 1(SPI6), 986–990. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi6.986.990>
- Northeast Energy Efficiency Partnerships. (2002). Classroom Lighting Knowhow | PDF | Lighting | Classroom. Scribd. <https://pt.scribd.com/document/31181610/Classroom-Lighting-Knowhow>
- Ohayon, M., Wickwire, E. M., Hirshkowitz, M., Albert, S. M., Avidan, A., Daly, F. J., Dauvilliers, Y., Ferri, R., Fung, C., Gozal, D., Hazen, N., Krystal, A., Lichstein, K., Mallampalli, M., Plazzi, G., Rawding, R., Scheer, F. A., Somers, V., & Vitiello, M. V. (2017). National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report. *Sleep Health*, 3(1), 6–19. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2016.11.006>
- Okamoto, Y., & Nakagawa, S. (2015). Effects of daytime light exposure on cognitive brain activity as measured by the ERP P300. *Physiology & Behavior*, 138(1), 313–318. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.10.013>
- Okamoto, Y., Rea, M. S., & Figueiro, M. G. (2014). Temporal dynamics of EEG activity during short- and long-wavelength light exposures in the early morning. *BMC Research Notes*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-113>
- Okudaira, N., Kripke, D. F., & Webster, J. B. (1983). Naturalistic studies of human light exposure. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 245(4), R613–R615. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1983.245.4.r613>
- Oliveira, M. L. C. de. (2016). Relação entre o uso de mídias eletrônicas e os hábitos de sono, sonolência diurna e processos cognitivos em adolescentes [Dissertação De Mestrado]. (p. 116). In: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/21496/1/MariaLuizaCruzDeOliveira_DISSERT.pdf
- Oliveira, M. L. C., Holanda, F. W. N., Valdez, P., Almondes, K. M., & Azevedo, C. V. M. (2020). Impact of Electronic Device Usage Before Bedtime on Sleep and Attention in Adolescents. *Mind, Brain, and Education*, 14(4), 376–386. <https://doi.org/10.1111/mbe.12260>
- Orzech, K. M., Grandner, M. A., Roane, B. M., & Carskadon, M. A. (2016). Digital media use in the 2 h before bedtime is associated with sleep variables in university students. *Computers in Human Behavior*, 55(1), 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.049>
- Owens, J. (2014). Insufficient sleep in adolescents and young adults: An update on causes and consequences. *Pediatrics*, 134(3), e921–e932. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-1696>
- Paruthi, S., Brooks, L. J., D'Ambrosio, C., Hall, W. A., Kotagal, S., Lloyd, R. M., Malow, B. A., Maski, K., Nichols, C., Quan, S. F., Rosen, C. L., Troester, M. M., & Wise, M. S. (2016). Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 12(06), 785–786. <https://doi.org/10.5664/jcsm.5866>
- Pashler, H., Johnston, J. C., & Ruthruff, E. (2001). Attention and Performance. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 629–651. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.629>

- Peper, J. S., Heuvel, M. P. van den, Mandl, R. C. W., Pol, H. E. H., & Honk, J. van. (2011). Sex steroids and connectivity in the human brain: A review of neuroimaging studies. *Psychoneuroendocrinology*, 36(8), 1101–1113. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.05.004>
- Pereira, É. F., Louzada, F. M., & Moreno, C. R. (2010). Not all adolescents are sleep deprived: A study of rural populations. *Sleep and Biological Rhythms*, 8(4), 267–273. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2010.00458.x>
- Pereira, É. F., Moreno, C., & Louzada, F. M. (2013). Increased commuting to school time reduces sleep duration in adolescents. *Chronobiology International*, 31(1), 87–94. <https://doi.org/10.3109/07420528.2013.826238>
- Phillips, A. J. K., Clerx, W. M., O'Brien, C. S., Sano, A., Barger, L. K., Picard, R. W., Lockley, S. W., Klerman, E. B., & Czeisler, C. A. (2017). Irregular sleep/wake patterns are associated with poorer academic performance and delayed circadian and sleep/wake timing. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03171-4>
- Phillips, A. J. K., Vidafar, P., Burns, A. C., McGlashan, E. M., Anderson, C., Rajaratnam, S. M. W., Lockley, S. W., & Cain, S. W. (2019). High sensitivity and interindividual variability in the response of the human circadian system to evening light. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(24), 201901824. <https://doi.org/10.1073/pnas.1901824116>
- Pieters, D., De Valck, E., Vandekerckhove, M., Pirrera, S., Wuyts, J., Exadaktylos, V., Haex, B., Michiels, N., Verbraecken, J., & Cluydts, R. (2014). Effects of pre-sleep media use on sleep/wake patterns and daytime functioning among adolescents: the moderating role of parental control. *Behavioral Sleep Medicine*, 12(6), 427–443. <https://doi.org/10.1080/15402002.2012.694381>
- Pittendrigh, C. S. (1981). Circadian systems: entrainment. In J. Aschoff (Ed.), *Handbook of behavioral neurobiology* (pp. 95–124). New York: Plenum Press.
- Posner, M. L., & Rafal, R. D. (1987). Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits. In T. G. Press (Ed.), *Neuropsychological* (pp. 182–200). New York.
- Prayag, A. S., Najjar, R. P., & Gronfier, C. (2019). Melatonin suppression is exquisitely sensitive to light and primarily driven by melanopsin in humans. *Journal of Pineal Research*, 66(4), e12562. <https://doi.org/10.1111/jpi.12562>
- Prayag, A., Münch, M., Aeschbach, D., Chellappa, S., & Gronfier, C. (2019). Light Modulation of Human Clocks, Wake, and Sleep. *Clocks & Sleep*, 1(1), 193–208. <https://doi.org/10.3390/clockssleep1010017>
- Rahman, S. A., Shapiro, C. M., Wang, F., Ainlay, H., Kazmi, S., Brown, T. J., & Casper, R. F. (2013). Effects of Filtering Visual Short Wavelengths During Nocturnal Shiftwork on Sleep and Performance. *Chronobiology International*, 30(8), 951–962. <https://doi.org/10.3109/07420528.2013.789894>
- Randler, C., & Rahafar, A. (2017). Latitude affects Morningness-Eveningness: evidence for the environment hypothesis based on a systematic review. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep39976>
- Randler, C., & Vollmer, C. (2012). Epidemiological Evidence for the Bimodal Chronotype Using the Composite Scale of Morningness. *Chronobiology International*, 29(1), 1–4. <https://doi.org/10.3109/07420528.2011.635233>

- Rea, M. S., & Figueiro, M. G. (2011). What Is “Healthy Lighting?” *International Journal of High Speed Electronics and Systems*, 20(02), 321–342. <https://doi.org/10.1142/s0129156411006623>
- Rede Omnia. (n.d.). Uso do data show em sala de aula. Educador Brasil Escola. Retrieved February 6, 2022, from <https://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/uso-data-show-sala-aula.htm>
- Refinetti, R. (2006). Endogenous mechanisms. In R. Refinetti (Ed.), *Circadian Physiology* (pp. 217–241). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Rhie, S., Rho, Y. I., Chae, K. Y., & Bundang, C. (2017). The effects of delaying school time on sleep duration, school performance, emotion and sleepiness in adolescent based on Korea youth risk behavior web-based survey. *Sleep Medicine*, 40, e186ee363.
- Richardson, G., & Tate, B. (2002). Endocrine changes associated with puberty and adolescence. In M. A. Carskadon (Ed.), *Adolescent Sleep Patterns: Biological, Social and Psychological Influences* (pp. 27–39). Cambridge: Cambridge University Press.
- Riley, E., Okabe, H., Germine, L., Wilmer, J., Esterman, M., & DeGutis, J. (2016). Gender Differences in Sustained Attentional Control Relate to Gender Inequality across Countries. *PLOS ONE*, 11(11), e0165100. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165100>
- Rodríguez, D. J. (1997). Efectos de la privación del dormir sobre los componentes de la atención [Dissertação de Mestrado].
- Roenneberg, T., Daan, S., & Merrow, M. (2003). The Art of Entrainment. *Journal of Biological Rhythms*, 18(3), 183–194. <https://doi.org/10.1177/0748730403018003001>
- Roenneberg, T., Kuehnle, T., Juda, M., Kantermann, T., Allebrandt, K., Gordijn, M., & Merrow, M. (2007). Epidemiology of the human circadian clock. *Sleep Medicine Reviews*, 11(6), 429–438. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2007.07.005>
- Roenneberg, T., Kuehnle, T., Pramstaller, P. P., Ricken, J., Havel, M., Guth, A., & Merrow, M. (2004). A marker for the end of adolescence. *Current Biology*, 14(24), R1038–R1039. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2004.11.039>
- Roenneberg, T., Pilz, L. K., Zerbini, G., & Winnebeck, E. C. (2019). Chronotype and Social Jetlag: A (Self-) Critical Review. *Biology*, 8(3), 54. <https://doi.org/10.3390/biology8030054>
- Sahin, L., & Figueiro, M. G. (2013). Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon. *Physiology & Behavior*, 116-117(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.03.014>
- Sahin, L., Wood, B. M., Plitnick, B., & Figueiro, M. G. (2014). Daytime light exposure: Effects on biomarkers, measures of alertness, and performance. *Behavioural Brain Research*, 274(1), 176–185. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.08.017>
- Santos, J. S., Beijamini, F., & Louzada, F. M. (2021). Napping Behavior in Adolescents: Consensus, Dissents, and Recommendations. *Sleep and Vigilance*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s41782-021-00155-3>
- Saper, C. B., Scammell, T. E., & Lu, J. (2005). Hypothalamic regulation of sleep and circadian rhythms. *Nature*, 437(7063), 1257–1263. <https://doi.org/10.1038/nature04284>
- Sateia, M. J. (2014). *International Classification of Sleep Disorders-Third Edition*. Chest, 146(5), 1387–1394. <https://doi.org/10.1378/chest.14-0970>

- Savides, T. J., Messin, S., Senger, C., & Kripke, D. F. (1986). Natural light exposure of young adults. *Physiology & Behavior*, 38(4), 571–574. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(86\)90427-0](https://doi.org/10.1016/0031-9384(86)90427-0)
- Schaedler, T., Santos, J. S., Vincenzi, R. A., Pereira, S. I. R., & Louzada, F. M. (2018). Executive functioning is preserved in healthy young adults under acute sleep restriction. *Sleep Science*, 11(3), 152–159. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20180029>
- Shan, Z., Ma, H., Xie, M., Yan, P., Guo, Y., Bao, W., Rong, Y., Jackson, C. L., Hu, F. B., & Liu, L. (2015). Sleep Duration and Risk of Type 2 Diabetes: A Meta-analysis of Prospective Studies. *Diabetes Care*, 38(3), 529–537. <https://doi.org/10.2337/dc14-2073>
- Slama, H., Chylinski, D. O., Deliens, G., Leproult, R., Schmitz, R., & Peigneux, P. (2018). Sleep Deprivation Triggers Cognitive Control Impairments in Task-Goal Switching. *Sleep*, 41(2). <https://doi.org/10.1093/sleep/zsx200>
- Smarr, B. L., & Schirmer, A. E. (2018). 3.4 million real-world learning management system logins reveal the majority of students experience social jet lag correlated with decreased performance. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23044-8>
- Sociedade Brasileira de Pediatria. (2000). O atendimento do adolescente. In *Guia da Adolescência – Departamento Científico de Adolescência da SBP*. Rio de Janeiro: SBP.
- Souman, J. L., Tinga, A. M., Pas, S. F. te, Ee, R. van, & Vlaskamp, B. N. S. (2018). Acute alerting effects of light: A systematic literature review. *Behavioural Brain Research*, 337(1), 228–239. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.09.016>
- Sousa, I. C. de, Araújo, J. F., & de Azevedo, C. V. M. (2007). The effect of a sleep hygiene education program on the sleep-wake cycle of Brazilian adolescent students. *Sleep and Biological Rhythms*, 5(4), 251–258. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2007.00318.x>
- Sousa, I. C. de, Louzada, F. M., & Azevedo, C. V. M. de. (2009). Sleep-wake cycle irregularity and daytime sleepiness in adolescents on schooldays and on vacation days. *Sleep Science*, 2(1), 30–35. <https://sleepscience.org.br/related-content/150/en-US>
- Start School Later. (2014). What's the Big Deal? Start School Later. <https://www.startschoollater.net/whats-the-big-deal.html>
- Stothard, E. R., McHill, A. W., Depner, C. M., Birks, B. R., Moehlman, T. M., Ritchie, H. K., Guzzetti, J. R., Chinoy, E. D., LeBourgeois, M. K., Axelsson, J., & Wright, K. P. (2017). Circadian Entrainment to the Natural Light-Dark Cycle across Seasons and the Weekend. *Current Biology*, 27(4), 508–513. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.12.041>
- Strauch, I., & Meier, B. (1988). Sleep Need in Adolescents: A Longitudinal Approach. *Sleep*, 11(4), 378–386. <https://doi.org/10.1093/sleep/11.4.378>
- Subrahmanyam, K., Greenfield, P., Kraut, R., & Gross, E. (2001). The impact of computer use on children's and adolescents' development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 22(1), 7–30. [https://doi.org/10.1016/s0193-3973\(00\)00063-0](https://doi.org/10.1016/s0193-3973(00)00063-0)
- Sun, W., Ling, J., Zhu, X., Lee, T. M.-C., & Li, S. X. (2019). Associations of weekday-to-weekend sleep differences with academic performance and health-related outcomes in school-age children and youths. *Sleep Medicine Reviews*, 46, 27–53. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2019.04.003>

- Swets, J. A., & Kristofferson, A. B. (1970). Attention. *Annual Review of Psychology*, 21(1), 339–366. <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.21.020170.002011>
- Takahashi, M. (2003). The role of prescribed napping in sleep medicine. *Sleep Medicine Reviews*, 7(3), 227–235. <https://doi.org/10.1053/smr.2002.0241>
- Tarokh, L., Saletin, J. M., & Carskadon, M. A. (2016). Sleep in adolescence: Physiology, cognition and mental health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 70(1), 182–188. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.008>
- Teixeira, L., Lowden, A., Luz, A. A. da, Turte, S. L., Moreno, C. R., Valente, D., Nagai-Manelli, R., Louzada, F. M., & Fischer, F. M. (2013). Exposure to bright light during evening class hours increases alertness among working college students. *Sleep Medicine*, 14(1), 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2012.08.017>
- Thapan, K., Arendt, J., & Skene, D. J. (2001). An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans. *The Journal of Physiology*, 535(1), 261–267. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00261.x>
- Touitou, Y., Touitou, D., & Reinberg, A. (2016). Disruption of adolescents' circadian clock: The vicious circle of media use, exposure to light at night, sleep loss and risk behaviors. *Journal of Physiology-Paris*, 110(4), 467–479. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2017.05.001>
- Twenge, J. M., Joiner, T. E., Rogers, M. L., & Martin, G. N. (2017). Increases in Depressive Symptoms, Suicide-Related Outcomes, and Suicide Rates Among U.S. Adolescents After 2010 and Links to Increased New Media Screen Time. *Clinical Psychological Science*, 6(1), 3–17. <https://doi.org/10.1177/2167702617723376>
- United States Navy (U.S. Navy). (2001). US Naval Observatory Astronomical Applications Department. aa.usno.navy.mil. <https://aa.usno.navy.mil/>
- Valdez, P. (2005). Ritmos circadianos en los procesos atencionales del ser humano (pp. 1–131) [Tesis de Doctorado en Psicología]. <http://eprints.uanl.mx/1686/1/1080126925.PDF>
- Valdez, P., Ramírez, C., & García, A. (1996). Delaying and Extending Sleep During Weekends: Sleep Recovery or Circadian Effect? *Chronobiology International*, 13(3), 191–198. <https://doi.org/10.3109/07420529609012652>
- Valdez, P., Ramírez, C., García, A., Talamantes, J., Armijo, P., & Borrani, J. (2005). Circadian rhythms in components of attention. *Biological Rhythm Research*, 36(1-2), 57–65. <https://doi.org/10.1080/09291010400028633>
- Valdez, P., Ramírez, C., García, A., Talamantes, J., & Cortez, J. (2010). Circadian and homeostatic variation in sustained attention. *Chronobiology International*, 27(2), 393–416. <https://doi.org/10.3109/07420521003765861>
- Valdez, P., Reilly, T., & Waterhouse, J. (2008). Rhythms of Mental Performance. *Mind, Brain, and Education*, 2(1), 7–16. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228x.2008.00023.x>
- Vandewalle, G., Archer, S. N., Wuillaume, C., Balteau, E., Degueldre, C., Luxen, A., Dijk, D.-J., & Maquet, P. (2011). Effects of Light on Cognitive Brain Responses Depend on Circadian Phase and Sleep Homeostasis. *Journal of Biological Rhythms*, 26(3), 249–259. <https://doi.org/10.1177/0748730411401736>
- Vandewalle, G., Balteau, E., Phillips, C., Degueldre, C., Moreau, V., Sterpenich, V., Albouy, G., Darsaud, A., Desseilles, M., Dang-Vu, T. T., Peigneux, P., Luxen, A., Dijk, D.-J., &

- Maquet, P. (2006). Daytime Light Exposure Dynamically Enhances Brain Responses. *Current Biology*, 16(16), 1616–1621. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.06.031>
- Vandewalle, G., Gais, S., Schabus, M., Balteau, E., Carrier, J., Darsaud, A., Sterpenich, V., Albouy, G., Dijk, D. J., & Maquet, P. (2007). Wavelength-Dependent Modulation of Brain Responses to a Working Memory Task by Daytime Light Exposure. *Cerebral Cortex*, 17(12), 2788–2795. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhm007>
- Vandewalle, G., Maquet, P., & Dijk, D.-J. (2009). Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(10), 429–438. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.07.004>
- Vandewalle, G., Schmidt, C., Albouy, G., Sterpenich, V., Darsaud, A., Rauchs, G., Berken, P.-Y., Balteau, E., Degueldre, C., Luxen, A., Maquet, P., & Dijk, D.-J. (2007). Brain responses to violet, blue, and green monochromatic light exposures in humans: prominent role of blue light and the brainstem. *PloS One*, 2(11), e1247. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001247>
- Villa-González, E., Barranco-Ruiz, Y., Evenson, K. R., & Chillón, P. (2018). Systematic review of interventions for promoting active school transport. *Preventive Medicine*, 111(1), 115–134. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.02.010>
- Vollmer, C., Michel, U., & Randler, C. (2012). Outdoor Light at Night (LAN) Is Correlated With Eveningness in Adolescents. *Chronobiology International*, 29(4), 502–508. <https://doi.org/10.3109/07420528.2011.635232>
- Wahlstrom, K., Dretzke, B., Gordon, M., Peterson, K., Edwards, K., & Gdula, J. (2014, February 1). Examining the Impact of Later High School Start Times on the Health and Academic Performance of High School Students: A Multi-Site Study. Conservancy.umn.edu. <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/162769>
- Walker, D. M., Bell, M. R., Flores, C., Gulley, J. M., Willing, J., & Paul, M. J. (2017). Adolescence and Reward: Making Sense of Neural and Behavioral Changes Amid the Chaos. *The Journal of Neuroscience*, 37(45), 10855–10866. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1834-17.2017>
- Walker, W. H., Walton, J. C., DeVries, A. C., & Nelson, R. J. (2020). Circadian rhythm disruption and mental health. *Translational Psychiatry*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0694-0>
- Watson, N. F., Martin, J. L., Wise, M. S., Carden, K. A., Kirsch, D. B., Kristo, D. A., Malhotra, R. K., Olson, E. J., Ramar, K., Rosen, I. M., Rowley, J. A., Weaver, T. E., & Chervin, R. D. (2017). Delaying Middle School and High School Start Times Promotes Student Health and Performance: An American Academy of Sleep Medicine Position Statement. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 13(04), 623–625. <https://doi.org/10.5664/jcsm.6558>
- Wheaton, A. G., Chapman, D. P., & Croft, J. B. (2016). School Start Times, Sleep, Behavioral, Health, and Academic Outcomes: A Review of the Literature. *Journal of School Health*, 86(5), 363–381. <https://doi.org/10.1111/josh.12388>
- Winsler, A., Deutsch, A., Vorona, R. D., Payne, P. A., & Szklo-Coxe, M. (2015). Sleepless in Fairfax: The Difference One More Hour of Sleep Can Make for Teen Hopelessness, Suicidal Ideation, and Substance Use. *Journal of Youth and Adolescence*, 44(2), 362–378. <https://doi.org/10.1007/s10964-014-0170-3>

- Winterbottom, M., & Wilkins, A. (2009). Lighting and discomfort in the classroom. *Journal of Environmental Psychology*, 29(1), 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.11.007>
- Wittmann, M., Dinich, J., Merrow, M., & Roenneberg, T. (2006). Social Jetlag: Misalignment of Biological and Social Time. *Chronobiology International*, 23(1-2), 497–509. <https://doi.org/10.1080/074205205000545979>
- Wolfe, J., Kar, K., Perry, A., Reynolds, C., Gradisar, M., & Short, M. A. (2014). Single night video-game use leads to sleep loss and attention deficits in older adolescents. *Journal of Adolescence*, 37(7), 1003–1009. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2014.07.013>
- Wolfson, A. R., & Carskadon, M. A. (1998). Sleep schedules and daytime functioning in adolescents. *Child Development*, 69(4), 875–887. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9768476/>
- Wolfson, A. R., & Carskadon, M. A. (2003). Understanding adolescent's sleep patterns and school performance: a critical appraisal. *Sleep Medicine Reviews*, 7(6), 491–506. [https://doi.org/10.1016/s1087-0792\(03\)90003-7](https://doi.org/10.1016/s1087-0792(03)90003-7)
- Wolfson, A. R., & Carskadon, M. A. (2005). A Survey of Factors Influencing High School StartTimes. *NASSP Bulletin*, 89(642), 47–66. <https://doi.org/10.1177/019263650508964205>
- Wolfson, A. R., Spaulding, N. L., Dandrow, C., & Baroni, E. M. (2007). Middle school start times: the importance of a good night's sleep for young adolescents. *Behavioral Sleep Medicine*, 5(3), 194–209. <https://doi.org/10.1080/15402000701263809>
- Wolfson, A. R., & Ziporyn, T. (2018). Adolescent sleep and later school start times. In F. P. Cappuccio, M. A. Miller, & S. W. Lockley (Eds.), *Sleep, Health, and Society: From Aetiology to Public Health* (pp. 215–223). Oxford University Press.
- World Health Organization. (1986). *Young People's Health – a Challenge for Society*. Report of a WHO Study Group on Young People and Health for All. (Technical Report Series 731). (pp. 1–117). Geneva: WHO.
- Wright, H. R., Lack, L. C., & Partridge, K. J. (2001). Light emitting diodes can be used to phase delay the melatonin rhythm. *Journal of Pineal Research*, 31(4), 350–355. <https://doi.org/10.1034/j.1600-079x.2001.310410.x>
- Wright, K. P., & Gooley, J. J. (2009). Chronobiology mechanisms and circadian sleep disorders. In *Sleep research society* (Ed.), *Basic of Sleep Guide*. Westchester: Sleep research society.
- Wright, Kenneth P., McHill, Andrew W., Birks, Brian R., Griffin, Brandon R., Rusterholz, T., & Chinoy, Evan D. (2013). Entrainment of the Human Circadian Clock to the Natural Light-Dark Cycle. *Current Biology*, 23(16), 1554–1558. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.06.039>
- Xu, Q., & Lang, C. P. (2018). Revisiting the alerting effect of light: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 41(1), 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.12.001>
- Yan, Y.-W., Lin, R.-M., Su, Y.-K., & Liu, M.-Y. (2018). The relationship between adolescent academic stress and sleep quality: A multiple mediation model. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 46(1), 63–77. <https://doi.org/10.2224/sbp.6530>
- Yang, C.-K. ., Kim, J. K., Patel, S. R., & Lee, J.-H. . (2005). Age-Related Changes in Sleep/Wake Patterns Among Korean Teenagers. *PEDIATRICS*, 115(1), 250–256. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-0815g>

- Zeitzer, J. M., Ruby, N. F., Fiscaro, R. A., & Heller, H. C. (2011). Response of the Human Circadian System to Millisecond Flashes of Light. *PLoS ONE*, 6(7), e22078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022078>
- Zhang, Z., Liu, H., & Choi, S. (2020). Early-life socioeconomic status, adolescent cognitive ability, and cognition in late midlife: Evidence from the Wisconsin Longitudinal Study. *Social Science & Medicine*, 244(1), 112575. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.112575>
- Zhou, H-Q., Shi, W-B., Wang, X-F., Yao, M., Cheng, G-Y., Chen, P-Y., & Li, D-G. (2011). An epidemiological study of sleep quality in adolescents in South China: a school-based study. *Child: Care, Health and Development*, 38(4), 581–587. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2011.01300.x>
- Zimmerman, F. J. (2008). Children's Media Use and Sleep Problems: Issues and Unanswered Questions. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED527857.pdf>
- Ziporyn, T. D., Owens, J. A., Wahlstrom, K. L., Wolfson, A. R., Troxel, W. M., Saletin, J. M., Rubens, S. L., Pelayo, R., Payne, P. A., Hale, L., Keller, I., & Carskadon, M. A. (2022). Adolescent sleep health and school start times: Setting the research agenda for California and beyond. A research summit summary. *Sleep Health*, 8(1), 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2021.10.008>
- Zucker, I., Fitzgerald, K. M., & Morin, L. P. (1980). Sex differentiation of the circadian system in the golden hamster. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 238(1), R97–R101. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1980.238.1.r97>

APÊNDICES

Tabela 9: Análise de regressão multivariada das relações entre a exposição à luz pela manhã e as variáveis do padrão temporal de sono. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.

<i>Variáveis dependentes</i>	MODELO NÃO-AJUSTADO					MODELO AJUSTADO				
	<i>F</i> _(2, 88)	<i>p</i>	η^2	ψ	<i>R</i> ²	<i>F</i> _(12, 75)	<i>p</i>	η^2	ψ	<i>R</i> ²
Horários de dormir										
Dias letivos	5,12	0,08	0,10	0,81	0,08	1,76	0,07	0,22	0,83	0,09
Dias livres	3,53	0,03	0,07	0,64	0,05	1,92	0,04	0,23	0,87	0,11
Horários de acordar										
Dias letivos	0,58	0,56	0,01	0,14	-0,00	1,99	0,03	0,24	0,88	0,12
Dias livres	4,86	0,01	0,10	0,79	0,07	1,37	0,19	0,18	0,70	0,04
Duração do sono										
Dias letivos	3,16	0,04	0,06	0,59	0,04	1,25	0,26	0,16	0,65	0,03
Dias livres	1,30	0,27	0,02	0,27	0,00	0,93	0,52	0,13	0,49	-0,01
Tempo na cama										
Dias letivos	3,69	0,02	0,07	0,66	0,05	1,38	0,19	0,18	0,70	0,05
Dias livres	2,98	0,05	0,06	0,56	0,04	1,71	0,08	0,21	0,81	0,09
Irregularidades										
Dormir	0,35	0,70	0,00	0,10	-0,01	1,01	0,44	0,13	0,53	0,00
Acordar	1,66	0,19	0,03	0,34	0,01	0,91	0,53	0,12	0,48	-0,01
Duração do sono	1,09	0,34	0,02	0,23	0,00	0,83	0,61	0,11	0,44	-0,02
Tempo na cama	2,01	0,14	0,04	0,40	0,02	1,07	0,39	0,14	0,57	0,01
Latência do sono										
Dias letivos	0,04	0,95	0,00	0,05	-0,02	0,54	0,88	0,08	0,28	-0,06
Dias livres	1,36	0,26	0,03	0,28	0,00	0,91	0,53	0,12	0,48	-0,01
Eficiência do sono										
Dias letivos	0,19	0,82	0,00	0,07	-0,01	1,66	0,09	0,21	0,80	0,08
Dias livres	1,15	0,32	0,02	0,24	0,00	2,92	0,00	0,31	0,98	0,21
WASO										
Dias letivos	0,24	0,78	0,00	0,08	-0,01	1,00	0,45	0,13	0,53	0,00
Dias livres	0,08	0,92	0,00	0,06	-0,02	1,13	0,34	0,15	0,59	0,01
Despertares										
Dias letivos	0,25	0,77	0,00	0,08	-0,01	2,65	0,00	0,29	0,96	0,18
Dias livres	0,79	0,45	0,01	0,18	-0,00	2,44	0,01	0,28	0,94	0,16
Cronotipo	1,66	0,19	0,03	0,34	0,01	1,58	0,11	0,20	0,77	0,07
Jetlag social	0,28	0,75	0,00	0,09	-0,01	0,48	0,92	0,07	0,24	-0,07
Sonolência										
Dias letivos	2,05	0,13	0,04	0,41	0,02	1,17	0,31	0,15	0,61	0,02
Dias livres	0,85	0,43	0,01	0,19	-0,00	0,29	0,98	0,04	0,15	-0,10

F: razão das análises de variância; η^2 : eta parcial quadrado; ψ : poder do teste; *R*²: coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

Tabela 10: Análise de regressão multivariada das relações entre a exposição à luz pela manhã e as variáveis do padrão temporal de sono.

Variáveis dependentes	MODELO NÃO-AJUSTADO						R ²
	Luz em dias letivos			Luz em dias livres			
	B (95% IC)	p	ψ	B (95% IC)	p	ψ	
Horários de dormir							
Dias letivos	47,84 (12,04 a 83,63)	0,00	0,74	-37,46 (-65,08 a -9,83)	0,00	0,76	0,08
Dias livres	31,39 (-7,02 a 69,8)	0,10	0,36	-38,47 (-68,12 a -8,83)	0,01	0,72	0,05
Horários de acordar							
Dias letivos	4,6 (-10,48 a 19,69)	0,54	0,09	-6,19 (-17,84 a 5,44)	0,29	0,18	-0,00
Dias livres	17,92 (-35,08 a 70,92)	0,50	0,10	-63,02 (-103,9 a -22,12)	0,00	0,85	0,07
Duração do sono							
Dias letivos	-41,43 (-74,19 a -8,67)	0,01	0,70	11,66 (-13,62 a 36,94)	0,36	0,14	0,04
Dias livres	-20,68 (-56,11 a 14,74)	0,24	0,20	-7,84 (-35,18 a 19,49)	0,57	0,08	0,00
Tempo na cama							
Dias letivos	-47,22 (-82,52 a -11,93)	0,00	0,74	21,5 (-5,72 a 48,74)	0,12	0,34	0,05
Dias livres	-32,35 (-73,36 a 8,64)	0,12	0,34	-17,46 (-49,11 a 14,17)	0,27	0,19	0,04
Irregularidades							
Dormir	-0,20 (-17,56 a 17,15)	0,98	0,05	-5,11 (-18,51 a 8,28)	0,45	0,11	-0,01
Acordar	-0,74 (-25,36 a 23,87)	0,95	0,05	-15,78 (-34,78 a 3,21)	0,10	0,37	0,01
Duração do sono	20,75 (-16,67 a 58,17)	0,27	0,19	-19,5 (-48,38 a 9,37)	0,18	0,27	0,00
Tempo na cama	17,58 (-36,02 a 71,19)	0,51	0,09	-41,61 (-82,98 a -0,24)	0,04	0,50	0,02
Latência do sono							
Dias letivos	-1,74 (-13,5 a 10,01)	0,76	0,06	0,92 (-8,15 a 9,99)	0,84	0,05	-0,02
Dias livres	-2,93 (-17,28 a 11,42)	0,68	0,06	9,09 (-1,98 a 20,16)	0,10	0,36	0,00
Eficiência do sono							
Dias letivos	1,46 (-4,02 a 6,96)	0,59	0,08	0,16 (-4,07 a 4,4)	0,93	0,05	-0,01
Dias livres	4,54 (-1,5 a 10,58)	0,13	0,31	-0,79 (-5,45 a 3,87)	0,73	0,06	0,00
WASO							
Dias letivos	5,34 (-11,54 a 22,22)	0,53	0,09	0,18 (-12,84 a 13,21)	0,97	0,05	-0,01
Dias livres	3 (-18,35 a 24,35)	0,78	0,05	-3,17 (-19,65 a 13,3)	0,70	0,06	-0,02
Despertares							
Dias letivos	-0,78 (-3,6 a 2,02)	0,58	0,08	-0,20 (-2,37 a 1,96)	0,85	0,05	-0,01
Dias livres	0,28 (-2,9 a 3,48)	0,85	0,05	-1,51 (-3,97 a 0,95)	0,22	0,22	-0,00
Cronotipo	9,63 (-22,56 a 41,82)	0,55	0,90	-22,76 (-47,6 a 2,07)	0,07	0,36	-0,01
Jetlag social	0,19 (-25,52 a 25,9)	0,98	0,50	-6,94 (-26,79 a 12,89)	0,48	0,10	0,01
Sonolência							
Dias letivos	-0,19 (-1,26 a 0,86)	0,71	0,06	-0,69 (-1,51 a 0,12)	0,09	0,38	0,02
Dias livres	-0,35 (-1,33 a 0,62)	0,47	0,11	-0,27 (-1,02 a 0,48)	0,47	0,10	-0,00

B: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; ψ: poder do teste; R²: coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

Tabela 11: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.

Variáveis dependentes	MODELO NÃO-AJUSTADO					MODELO AJUSTADO				
	$F_{(2, 95)}$	p	η^2	ψ	R^2	$F_{(12, 82)}$	p	η^2	ψ	R^2
Alerta tônico										
Tempo de reação	2,48	0,08	0,05	0,48	,030	1,20	0,29	0,15	0,63	0,02
Respostas corretas	0,65	0,52	0,01	0,15	-,007	2,39	0,01	0,25	0,94	0,15
Omissões	0,62	0,53	0,01	0,15	-,008	2,13	0,02	0,23	0,91	0,12
Atenção seletiva										
Tempo de reação	1,18	0,30	0,02	0,25	,004	2,15	0,02	0,24	0,91	0,12
Respostas corretas	1,03	0,36	0,02	0,22	,001	1,75	0,07	0,20	0,83	0,08
Omissões	0,64	0,52	0,01	0,15	-,007	2,79	0,00	0,29	0,97	0,18
Alerta fásico										
Tempo de reação	0,16	0,85	0,00	0,75	-,018	1,62	0,10	0,19	0,79	0,07
Respostas corretas	0,20	0,81	0,00	0,08	-,017	1,51	0,13	0,18	0,76	0,06
Omissões	0,45	0,63	0,00	0,12	-,011	1,85	0,05	0,21	0,86	0,09
Estabilidade geral	2,80	0,06	0,05	0,54	,036	1,39	0,18	0,17	0,71	0,04
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	0,81	0,06	0,05	0,54	-,004	1,28	0,24	0,15	0,67	0,03
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	0,16	0,85	0,00	0,07	-,018	1,03	0,42	0,13	0,55	0,00

F: razão das análises de variância; η^2 : eta parcial quadrado; ψ : poder do teste; R^2 : coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

Tabela 12: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.

Variáveis dependentes	MODELO NÃO-AJUSTADO							R^2
	Luz em dias letivos			Luz em dias livres				
	B (95% IC)	p	ψ	B (95% IC)	p	ψ		
Alerta tônico								
Tempo de reação	20,23 (-20,38 a 60,85)	0,32	0,16	-34,92 (-66,1 a -3,72)	0,02	0,59	0,03	
Respostas corretas	-0,73 (-5,59 a 4,11)	0,76	0,06	2,13 (-1,59 a 5,86)	0,25	0,20	-0,00	
Omissões	1,2 (-1,8 a 4,2)	0,43	0,12	-1,18 (-3,49 a 1,12)	0,31	0,17	-0,00	
Atenção seletiva								
Tempo de reação	4,63 (-45,32 a 54,59)	0,85	0,05	-28,85 (-67,22 a 9,52)	0,13	0,31	0,00	
Respostas corretas	5,39 (-4,47 a 15,25)	0,28	0,18	1,84 (-5,73 a 9,41)	0,63	0,07	0,00	
Omissões	1,49 (-1,11 a 4,1)	0,25	0,20	-0,45 (-2,45 a 1,55)	0,65	0,07	-0,00	
Alerta fásico								
Tempo de reação	11,49 (-43,63 a 66,61)	0,68	0,06	-11,03 (-53,37 a 31,3)	0,60	0,08	-0,01	
Respostas corretas	2,29 (-8,63 a 13,22)	0,67	0,07	1,27 (-7,12 a 9,66)	0,76	0,06	-0,01	
Omissões	1,52 (-1,67 a 4,72)	0,34	0,15	-0,57 (-3,03 a 1,88)	0,64	0,07	-0,01	
Estabilidade geral	16,91 (-4,49 a 38,31)	0,12	0,34	-18,43 (-34,8 a -1,98)	0,02	0,59	0,03	
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	0,59 (-5,39 a 6,59)	0,84	0,54	2,3 (-2,29 a 6,9)	0,32	0,16	-0,01	
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	20,70 (-20,41 a 61,81)	0,05	0,48	-0,03 (-0,18 a 0,12)	0,68	0,06	-0,00	

B: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; ψ : poder do teste; R^2 : coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

Tabela 13: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.

<i>Variáveis dependentes</i>	MODELO NÃO-AJUSTADO				
	$F_{(8, 64)}$	p	η^2	ψ	R^2
Alerta tônico					
Tempo de reação	1,11	0,36	0,12	0,47	0,01
Respostas corretas	0,75	0,64	0,08	0,32	-0,02
Omissões	1,00	0,44	0,11	0,42	0,00
Atenção seletiva					
Tempo de reação	1,19	0,31	0,12	0,50	0,02
Respostas corretas	1,74	0,10	0,17	0,70	0,07
Omissões	0,89	0,52	0,10	0,38	-0,01
Alerta fásico					
Tempo de reação	1,15	0,33	0,12	0,49	0,01
Respostas corretas	1,63	0,13	0,17	0,66	0,06
Omissões	0,46	0,87	0,05	0,20	-0,06
Estabilidade geral	1,63	0,13	0,16	0,66	0,06
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	0,98	0,45	0,10	0,41	-0,00
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	1,24	0,28	0,13	0,52	0,02

F: razão das análises de variância; η^2 : eta parcial quadrado; ψ : poder do teste; R^2 : coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

Tabela 14: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã sobre variáveis da atenção. O modelo ajustado refere-se à inserção das variáveis de controle: sexo, ano do ensino médio, classificação econômica e tipo de transporte utilizado para ir à escola.

<i>Variáveis dependentes</i>	<i>MODELO NÃO-AJUSTADO</i>					<i>MODELO AJUSTADO (SONO)</i>					<i>MODELO AJUSTADO (COVARIÁVEIS)</i>				
	$F_{(2, 70)}$	p	η^2	ψ	R^2	$F_{(10, 61)}$	p	η^2	ψ	R^2	$F_{(12, 57)}$	p	η^2	ψ	R^2
Alerta tônico															
Tempo de reação	5,74	0,00	0,14	0,85	0,11	1,89	0,06	0,23	0,80	0,11	3,42	0,00	0,41	0,99	0,29
Respostas corretas	0,09	0,91	0,00	0,06	-0,02	0,66	0,74	0,09	0,31	-0,04	1,34	0,22	0,22	0,66	0,05
Omissões	0,98	0,37	0,02	0,21	0,00	1,08	0,39	0,15	0,51	0,01	1,72	0,08	0,26	0,80	0,11
Atenção seletiva															
Tempo de reação	4,07	0,02	0,10	0,70	0,07	1,58	0,13	0,20	0,71	0,07	2,25	0,02	0,32	0,91	0,17
Respostas corretas	1,37	0,26	0,03	0,28	0,01	1,47	0,17	0,19	0,67	0,06	1,64	0,10	0,25	0,77	0,10
Omissões	0,87	0,42	0,02	0,19	-0,00	0,81	0,61	0,11	0,38	-0,02	1,28	0,25	0,21	0,64	0,04
Alerta fásico															
Tempo de reação	2,96	0,05	0,07	0,56	0,05	1,37	0,21	0,18	0,63	0,05	2,11	0,03	0,30	0,89	0,16
Respostas corretas	0,18	0,82	0,00	0,07	-0,02	1,32	0,24	0,17	0,61	0,04	0,72	0,72	0,13	0,36	-0,05
Omissões	0,77	0,46	0,02	0,17	-0,00	0,47	0,90	0,07	0,22	-0,08	1,04	0,41	0,18	0,53	0,00
Estabilidade geral	1,21	0,30	0,03	0,25	0,00	1,61	0,12	0,20	0,72	0,07	1,40	0,18	0,22	0,69	0,06
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	0,40	0,67	0,01	0,11	-0,01	0,80	0,62	0,11	0,37	-0,02	1,07	0,40	0,18	0,54	0,01
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	1,31	0,27	0,03	0,27	0,00	1,25	0,27	0,17	0,58	0,03	1,09	0,38	0,18	0,55	0,01

F: razão das análises de variância; η^2 : eta parcial quadrado; ψ : poder do teste; R^2 : coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

Tabela 15: Análise de regressão multivariada dos efeitos da exposição à luz pela manhã, no dia de execução da TEC, sobre variáveis da atenção.

Variáveis dependentes	MODELO NÃO-AJUSTADO							R ²
	DS			DT				
	B (95% IC)	p	ψ	B (95% IC)	p	ψ		
Alerta tônico								
Tempo de reação	63,74 (18,16 a 109,31)	0,00	0,78	-25,96 (-93,09 a 41,1)	0,44	0,11	0,11	
Respostas corretas	-0,39 (-2,89 a 2,11)	0,75	0,06	0,05 (-3,63 a 3,74)	0,97	0,05	-0,02	
Omissões	0,33 (-1,04 a 1,71)	0,63	0,07	0,54 (-1,49 a 2,57)	0,59	0,08	0,00	
Atenção seletiva								
Tempo de reação	80,85 (20,35 a 141,35)	0,01	0,74	-57,32 (-146,4 a 31,7)	0,20	0,24	0,07	
Respostas corretas	3,88 (-3,42 a 11,18)	0,29	0,18	0,37 (-10,37 a 11,1)	0,94	0,05	0,01	
Omissões	0,26 (-0,89 a 1,42)	0,64	0,07	0,42 (-1,28 a 2,13)	0,62	0,07	-0,00	
Alerta fásico								
Tempo de reação	63,22 (6,33 a 120,1)	0,03	0,58	-40,3 (-124,0 a 43,4)	0,34	0,15	0,05	
Respostas corretas	1,77 (-4,97 a 8,51)	0,60	0,08	-0,86 (-10,8 a 9,06)	0,86	0,05	-0,02	
Omissões	-0,03 (-1,19 a 1,13)	0,95	0,05	0,75 (-0,96 a 2,47)	0,38	0,13	-0,00	
Estabilidade geral	10,09 (-8,42 a 28,61)	0,28	0,18	-0,75 (-28,03 a 26,5)	0,95	0,05	0,00	
Estabilidade ao longo da tarefa (respostas corretas)	0,00 (-0,15 a 0,16)	0,96	0,05	-0,07 (-0,31 a 0,16)	0,52	0,09	-0,01	
Estabilidade ao longo da tarefa (tempo de reação)	-0,13 (-0,3 a 0,03)	0,11	0,34	0,17 (-0,07 a 0,42)	0,16	0,28	0,00	

DS: exposição à luz no dia de execução da TEC do despertar até a entrada na sala de aula; DT: exposição à luz no dia de execução da TEC do despertar até a execução da tarefa. B: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; ψ: poder do teste; R²: coeficiente de determinação da variação explicada pelo modelo proposto (valor ajustado).

ANEXOS

ANEXO 1

Parecer do Comitê de Ética da UFRN

- Estudo 1 -

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação dos hábitos de sono, sonolência diurna e funcionamento executivo em adolescentes usuários de novas tecnologias.

Pesquisador: Carolina Virginia Macêdo de Azevedo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30410114.0.0000.5537

Instituição Proponente: Centro de Biociências

Patrocinador Principal: CNPQ

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 650.621

Data da Relatoria: 25/04/2014

Apresentação do Projeto:

O estudo ora apresentado será financiado a partir de recursos obtidos pelo Edital 43/2013 de Ciências Humanas, Sociais e Sociais Aplicadas/CNPq e compreenderá um projeto de mestrado e um de doutorado vinculados ao Programa de Pós Graduação em Psicobiologia da UFRN. A pesquisa tem como objetivo avaliar o efeito do uso de dispositivos eletrônicos (celular, computador, tablet, televisão, vídeo-game) sobre hábitos de sono, sonolência diurna e funções executivas em adolescentes de escolas privadas de Natal/RN. O estudo será realizado com 200 adolescentes de ambos os sexos do 1º e 2º anos do ensino médio de escolas privadas do município de Natal/RN. Os hábitos de sono, as condições socioeconômicas, o cronotipo e a sonolência diurna serão avaliados pelos questionários "A saúde e o sono", Questionário de Classificação econômica, Questionário de Horne-Ostberg e Escala de sonolência de Epworth, respectivamente. Durante 10 dias serão registrados o uso de dispositivos eletrônicos (no Protocolo de atividades diárias), a exposição à luz, e os horários de início e fim do sono (por actímetros com sensores de iluminação). Paralelamente, os horários de deitar e levantar, e os níveis de sonolência diurna serão anotados no diário de sono. Para avaliação das funções executivas serão utilizados: Escala de inteligência Wechsler para crianças - WISC III, Teste Wisconsin de classificação de cartas – WCST, Tarefa de Execução Contínua, Teste Stroop de cores e palavras, Iowa Gambling Test e Teste da

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

Fax: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Continuação do Parecer: 650.621

Torre de Londres (ToL).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário:

Avaliar o efeito do uso de dispositivos eletrônicos (celular, computador, tablet, televisão, vídeo-game) sobre hábitos de sono, sonolência diurna e funções executivas em adolescentes de escolas privadas de Natal/RN.

Objetivos secundários:

1. Caracterizar os hábitos de sono de adolescentes que fazem uso de dispositivos eletrônicos (celular, computador, tablet, televisão, vídeo-game).
2. Caracterizar os níveis de sonolência diurna em adolescentes que fazem uso de dispositivos eletrônicos (celular, computador, tablet, televisão, vídeogame).
3. Caracterizar os processos cognitivos das funções executivas em adolescentes que fazem uso de dispositivos eletrônicos (celular, computador, tablet, televisão, vídeo-game).
4. Comparar os hábitos de sono, sonolência diurna e funções executivas em adolescentes que fazem o uso de dispositivos eletrônicos e os que não fazem destes dispositivos.
5. Comparar os hábitos de sono, sonolência diurna e funções executivas em adolescentes, de acordo o tipo de dispositivo eletrônico.
6. Comparar os hábitos de sono, sonolência diurna e funções executivas em adolescentes, de acordo o gênero, que fazem o uso de dispositivos eletrônicos e os que não fazem destes dispositivos.
7. Correlacionar os hábitos de sono, sonolência diurna e processos cognitivos das funções executivas entre adolescentes que fazem o uso de dispositivos eletrônicos e os que não fazem destes dispositivos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os participantes da pesquisa estarão sujeitos apenas ao risco mínimo inerentes à sua participação. Será realizada uma conversa prévia com a equipe pedagógica das escolas selecionadas em que serão explicados os procedimentos da pesquisa. Posteriormente, será realizada uma reunião com pais/responsáveis para entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. Caso ocorra um desconforto, tais como questões psicológicas que venham à tona, ou detecção de distúrbios de sono e diagnóstico de alguns padrões dos processos cognitivos com necessidade de

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

Fax: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Continuação do Parecer: 650.621

Intervenção, os pesquisadores se disponibilizam a esclarecer qualquer dúvida. Em caso de algum problema que os participantes possam apresentar os responsáveis pela pesquisa mencionam que ele terá direito a assistência gratuita que será prestada pelo Ambulatório do Sono (AMBSONO), ou pelo Serviço de Psicologia Aplicada (SEPA) da UFRN. Os benefícios da pesquisa superam os riscos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os resultados da pesquisa poderão fornecer subsídios para elaboração e implantação de intervenções no ambiente escolar levando à prática de hábitos mais saudáveis de sono, tais como a regularidade e maior tempo de sono, assim como a redução da sonolência diurna excessiva contribuindo para um melhor desempenho cognitivo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE está adequado ao público alvo. Os instrumentos de pesquisa foram apresentados e estão adequados. Foram apresentadas 4 cartas de anuência referentes as instituições de ensino que participarão da pesquisa. As cartas de anuência dos colégios Complexo Educacional Contemporâneo e Hipócrates não trazem o carimbo do responsável. Nenhuma das cartas está em papel timbrado. Os demais documentos apresentados estão adequados.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após revisão ética do protocolo em questão, concluímos que o mesmo se encontra bem instruído e obedecendo às normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo o ser humano.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução 466/12 - do Conselho Nacional de Saúde - CNS e Manual Operacional para Comitês de Ética - CONEP é da responsabilidade do pesquisador responsável:

1. elaborar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE em duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, ou por

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

Fax: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Continuação do Parecer: 650.621

- seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela (s) pessoa (s) por ele delegada(s), devendo as páginas de assinatura estar na mesma folha (Res. 466/12 - CNS, item IV.5d);
2. desenvolver o projeto conforme o delineado (Res. 466/12 - CNS, item XI.2c);
 3. apresentar ao CEP eventuais emendas ou extensões com justificativa (Manual Operacional para Comitês de Ética - CONEP, Brasília - 2007, p. 41);
 4. descontinuar o estudo somente após análise e manifestação, por parte do Sistema CEP/CONEP/CNS/MS que o aprovou, das razões dessa descontinuidade, a não ser em casos de justificada urgência em benefício de seus participantes (Res. 446/12 - CNS, item III.2u) ;
 5. elaborar e apresentar os relatórios parciais e finais (Res. 446/12 - CNS, item XI.2d);
 6. manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa (Res. 446/12 - CNS, item XI.2f);
 7. encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto (Res. 446/12 - CNS, item XI.2g) e,
 8. justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou não publicação dos resultados (Res. 446/12 - CNS, item XI.2h).

NATAL, 16 de Maio de 2014

Assinado por:
Dulce Almeida
(Coordenador)

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

Fax: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

ANEXO 2

Parecer do Comitê de Ética da UFRN

- Estudo 2 -

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO À LUZ PELA MANHÃ SOBRE O CICLO SONO-VIGÍLIA E ATENÇÃO EM ADOLESCENTES DO ENSINO MÉDIO DE NATAL, RN.

Pesquisador: Carolina Virginia Macêdo de Azevedo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 53300215.7.0000.5537

Instituição Proponente: Centro de Biociências

Patrocinador Principal: Centro de Biociências
MINISTERIO DA EDUCACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.489.057

Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa apresentado corresponde a trabalho para elaboração de dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia. No mesmo, pretende-se avaliar a influência da exposição a luz pela manhã no ciclo sono em adolescentes que estudam no turno matutino em escola particular da cidade de Natal/RN. Serão arrolados 210 participantes de ambos os sexos, alunos do 1º e 2º ano do ensino médio. Os participantes responderão aos questionários: Matutividade-vespertinidade de Horne & Östberg (HO), "A Saúde e o Sono", Índice de qualidade de Sono de Pittsburgh, Escala de Sonolência de Epworth. Além disso, preencherão o Diário de Sono e Escala de Sonolência de Maldonado, acompanhado do uso de actímetro por 10 dias, para avaliação diária do sono e vigília e exposição à luz ao longo do dia. A atenção será avaliada pela Tarefa de Execução contínua (CPT) durante 3 dias (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), entre 8h e 10h em horário de aula.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral:

Caracterizar a influência da intensidade e duração de exposição à luz durante a manhã sobre o CSV, sonolência diurna, qualidade de sono e atenção em adolescentes que estudam pela manhã

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Continuação do Parecer: 1.489.057

em escolas particulares de Natal/RN.

Objetivos Específicos:

- a) Descrever os hábitos de sono, tais como: horários de dormir e acordar, duração de sono, e irregularidade nos horários de sono em adolescentes que estudam pela manhã;
- b) Descrever cronotipo, sonolência diurna, qualidade de sono e os componentes da atenção em adolescentes que estudam pela manhã;
- c) Verificar a relação entre os hábitos de sono, qualidade de sono de sono, sonolência diurna e os componentes da atenção com a exposição à luz pela manhã.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Durante a realização da aplicação da pesquisa a previsão de riscos é mínima ou inexistente. Tendo em vista que a execução desta pesquisa envolve somente o preenchimento de questionários, o uso do actímetro e a realização de uma tarefa de execução contínua, nenhum desconforto é previsto na sua participação.

Benefícios:

Na medida em que a luz pela manhã tem importantes efeitos sobre o alerta, acreditamos que a caracterização da influência da exposição à luz pela manhã sobre o ciclo sono-vigília e atenção em adolescentes do ensino médio possa vir a contribuir para o esclarecimento de algumas dificuldades encontradas nesta faixa etária em decorrência de modificações nos hábitos de sono, tão comuns nos dias de hoje, com consequências negativas no aspecto emocional e no processo de aprendizagem do adolescente. Assim como, contribuir com informações a respeito de condições de iluminação apropriadas no ambiente escolar para a aprendizagem.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto visa estudar um tema interessante procurando avaliar a influência da exposição a luz no aproveitamento de alunos em sala de aula que estudam em turno matutino. Os modelos dos

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Continuação do Parecer: 1.489.057

questionários a serem aplicados contidos no processo, apresentam perguntas interessantes que poderão dar suporte para a discussão do tema, foco da pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Estão adequados na atual versão do protocolo de pesquisa.

Recomendações:

Recomendamos o envio dos relatórios parcial (durante o desenvolvimento da Pesquisa) e final ao seu término. Ver modelos no <www.etica.ufrn.br>.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Tendo em vista que as pendências apontadas no Parecer Consubstanciado n.º 1.448.041 foram atendidas de forma satisfatória, o CEP Central/UFRN resolve aprovar o referido protocolo de pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde - CNS e Manual Operacional para Comitês de Ética - CONEP é da responsabilidade do pesquisador responsável:

1. elaborar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE em duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela (s) pessoa (s) por ele delegada(s), devendo as páginas de assinatura estar na mesma folha (Res. 466/12 - CNS, item IV.5d);
2. desenvolver o projeto conforme o delineado (Res. 466/12 - CNS, item XI.2c);
3. apresentar ao CEP eventuais emendas ou extensões com justificativa (Manual Operacional para Comitês de Ética - CONEP, Brasília - 2007, p. 41);
4. descontinuar o estudo somente após análise e manifestação, por parte do Sistema CEP/CONEP/CNS/MS que o aprovou, das razões dessa descontinuidade, a não ser em casos de justificada urgência em benefício de seus participantes (Res. 446/12 - CNS, item III.2u) ;
5. elaborar e apresentar os relatórios parciais e finais (Res. 446/12 - CNS, item XI.2d);
6. manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa (Res. 446/12 - CNS, item XI.2f);
7. encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

Continuação do Parecer: 1.489.057

pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto (Res. 446/12 - CNS, item XI.2g) e,
8. justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou não publicação dos resultados (Res. 446/12 - CNS, item XI.2h).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_640078.pdf	22/03/2016 21:56:01		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	22/03/2016 12:29:35	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	22/03/2016 12:29:19	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	resposta_a_pendencias_CEP.pdf	22/03/2016 12:29:05	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_influencia_da_luz_sobre_o_ciclo_sono_e_vigilia_modificado.docx	22/03/2016 12:21:40	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	justificativa_de_nao_atendimento_a_pendencia.pdf	10/12/2015 18:40:00	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	Declaracao_de_nao_inicio.pdf	08/12/2015 12:06:28	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderostro_projetoluz.pdf	08/12/2015 12:04:32	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	Consumo_alimentar.pdf	07/12/2015 23:16:36	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	Pittsburgh.pdf	07/12/2015 23:15:20	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	Epworth.pdf	07/12/2015 23:14:36	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	saude_e_sono1.pdf	07/12/2015 23:13:49	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	HO.pdf	07/12/2015 23:07:40	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	diario_sono.pdf	07/12/2015 23:06:53	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	cartadeanuencia_Neves.pdf	07/12/2015 22:59:31	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 59.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO NORTE /
UFRN CAMPUS CENTRAL



Continuação do Parecer: 1.489.057

Outros	Cartadeanuencia_CEI.pdf	07/12/2015 22:58:52	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito
Outros	formulario_CEP.pdf	07/12/2015 22:54:24	Carolina Virginia Macêdo de Azevedo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

NATAL, 12 de Abril de 2016

Assinado por:
LÉLIA MARIA GUEDES QUEIROZ
(Coordenador)

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

UF: RN

Município: NATAL

CEP: 59.078-970

Telefone: (84)3215-3135

E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

ANEXO 3

Termo de consentimento livre e esclarecido

- Estudo 1 -



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FISILOGIA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos solicitando a você a autorização para que o adolescente pelo qual você é responsável participe da pesquisa **AVALIAÇÃO DOS HÁBITOS DE SONO, SONOLÊNCIA DIURNA E FUNCIONAMENTO EXECUTIVO EM ADOLESCENTES USUÁRIOS DE NOVAS TECNOLOGIAS**, que tem como pesquisadores responsáveis Carolina Virgínia Macêdo Azevedo & Katie Moraes de Almondes.

Este estudo pretende avaliar o efeito do uso de dispositivos eletrônicos (celular, computador, tablet, televisão, vídeo-game) sobre hábitos de sono, sonolência diurna e funções executivas (que são processos cognitivos, tais como: a capacidade de planejamento, a tomada de decisões, a resolução de problemas, a capacidade de ser flexível no pensamento, ou seja, ter flexibilidade cognitiva, a memória operacional, a atenção, a criatividade) em adolescentes de escolas privadas de Natal/RN. O motivo que nos leva a fazer este estudo é que, como o uso de dispositivos eletrônicos (celular, televisão, vídeo-game, iPod, computador com Internet, entre outros) está cada vez mais frequente entre adolescentes, há relatos na literatura da influência negativa nos padrões de sono desses adolescentes, com repercussões, por exemplo, na duração (encurtamento ou privação) do sono, além de queixas de cansaço durante o dia. Além disso, o uso destes equipamentos é frequentemente associado à exposição à iluminação artificial ambiental (luz do quarto, luz do computador, luz do celular e televisões com LED), criando um ambiente propício para o prolongamento da atividade dos indivíduos à noite, no momento em que deveriam estar dormindo, o que pode levar a maior privação de sono por estar mais tempo disperso, sonolência diurna e repercussões no funcionamento diurno, afetando, principalmente, o desempenho cognitivo. Porém, é desconhecido o efeito do impacto do uso destes recursos, de forma concomitante, sobre os hábitos de sono, sonolência diurna e funções executivas em adolescentes no ambiente escolar.

Caso você decida autorizar, ele(a) passará pela aplicação de um questionário de classificação econômica, por **questionários de avaliação de sono** (Questionário "A saúde e o sono"; Questionário de Horne-Ostberg para avaliação de cronotipo; Escala de sonolência de Epworth; Diário do sono com escala para avaliação de sonolência; Actimetria (relógio de pulso que registra atividade e repouso) com sensor de iluminação); por **testes neuropsicológicos** para avaliação dos processos das funções executivas mencionados acima (Escala de inteligência Wechsler para crianças e adolescentes - WISC III (subteste span de dígitos); Wisconsin de classificação de cartas – WCST; STROOP; Iowa Gambling Test; Teste da Torre de Londres (ToL); Tarefa de Execução Contínua (TEC).

Durante a realização da aplicação a previsão de riscos é mínima ou inexistente. Caso ocorra um desconforto, tais como questões psicológicas que venham à tona, ou detecção de distúrbios de sono e diagnóstico de alguns padrões dos processos cognitivos com necessidade de intervenção, os pesquisadores estão amplamente abertos a ajudar e esclarecer qualquer dúvida.

Em caso de algum problema que ele(a) possa ter, relacionado com a pesquisa, ele(a) terá direito a assistência gratuita que será prestada pelo Ambulatório do Sono (AMBSONO), ou pelo Serviço de Psicologia Aplicada (SEPA) da UFRN. Durante todo o período da pesquisa você

poderá tirar suas dúvidas ligando para Maria Luiza Cruz (XXXXXXX), Francisco Wilson (XXXXXXX) ou Sharline Dionízio (XXXXXXX).

O participante tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para o mesmo. Os dados que ele(a) irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, não havendo divulgação de nenhum dado que possa identificá-lo. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

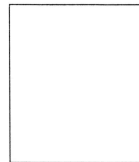
Se o participante tiver algum gasto pela sua participação nessa pesquisa, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você. Se o participante sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, será indenizado. Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa, você ou o adolescente deverá ligar para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, telefone 3215-3135. Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável.

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, representante legal do adolescente _____, autorizo sua participação na pesquisa da pesquisa **AVALIAÇÃO DOS HÁBITOS DE SONO, SONOLÊNCIA DIURNA E FUNCIONAMENTO EXECUTIVO EM ADOLESCENTES USUÁRIOS DE NOVAS TECNOLOGIAS** e autorizo a divulgação das informações por ele(a) fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Natal, _____ de _____ de _____

Assinatura do participante da pesquisa



Impressão
datiloscópica do
participante

Declaração do pesquisador responsável

Como pesquisador responsável pelo estudo, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

Natal, _____ de _____ de _____

Assinatura do pesquisador responsável

ANEXO 4

Termo de consentimento livre e esclarecido

- Estudo 2 -



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Estamos solicitando a você a autorização para que o adolescente pelo qual você é responsável participe da pesquisa “**Relação entre exposição à luz pela manhã, ciclo sono-vigília e atenção em adolescentes do ensino médio de Natal/RN**”, que tem como pesquisadora responsável a Profa. Carolina Virgínia Macêdo Azevedo.

Este estudo pretende avaliar o efeito da luz pela manhã sobre os hábitos de sono, sonolência diurna, qualidade de sono e atenção em adolescentes do ensino médio que estudam pela manhã em escolas privadas de Natal/RN. O motivo que nos leva a fazer este estudo é que, é bastante comum a observação de adolescentes sonolentos e com dificuldades de manter a atenção durante as aulas pela manhã. Além disso, sabe-se que a exposição à luz pela manhã possui efeitos ativadores sobre o indivíduo, o que pode reduzir a sonolência e aumentar a atenção. Porém, estes efeitos não foram caracterizados em adolescentes, fazendo-se necessário analisar os hábitos de sono, sonolência diurna, qualidade de sono e atenção em adolescentes em função da exposição à luz pela manhã.

Caso você decida autorizar, ele(a) passará pela aplicação de **questionários de avaliação de sono** (Questionário “A saúde e o sono”, Questionário de Horne-Ostberg para avaliação de cronotipo; Escala de sonolência de Epworth; Escala de sonolência de Maldonado; Diário do sono com escala para avaliação de sonolência), por **actimetria** (que corresponde a utilização de um equipamento semelhante a um relógio de pulso que registra a atividade e repouso, e exposição à luz); e por uma **tarefa cognitiva**, para avaliação da atenção (Tarefa de Execução Contínua).

Durante a realização da aplicação a previsão de riscos é mínima ou inexistente. Caso ocorra um desconforto, tais como questões psicológicas que venham à tona, ou detecção de distúrbios de sono e diagnóstico de alguns padrões dos processos cognitivos com necessidade de intervenção, os pesquisadores estão amplamente abertos a ajudar e esclarecer qualquer dúvida.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Profa. Carolina Virgínia Macêdo de Azevedo pelo telefone (84)XXXX-XXXX ou à mestranda Sabinne Danielle Galina ((84) XXXX-XXXX).

O participante tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para o mesmo. Os dados que ele(a) irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, não havendo divulgação de nenhum dado que possa identificá-lo. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Se o participante tiver algum gasto pela sua participação nessa pesquisa, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você. Se o participante sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, será indenizado. Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa, você ou o adolescente deverá ligar para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, telefone 3215-3135. Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável.

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, representante legal do adolescente _____, autorizo sua participação na pesquisa da pesquisa **“Influência da exposição à luz pela manhã sobre o ciclo sono-vigília e atenção em adolescentes do ensino médio de Natal/RN”** e autorizo a divulgação das informações por ele(a) fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Natal, ____ de _____ de _____.

Assinatura do participante da pesquisa

_____.

Declaração do pesquisador responsável

Como pesquisador responsável pelo estudo, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466112 do Conselho Nacional de Saúde - CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

Natal, ____ de _____ de _____.

Assinatura do pesquisador responsável

ANEXO 5

Termo de Assentimento

- Estudo 2 -



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
DEPARTAMENTO DE FISILOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA**

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **“Relação entre exposição à luz pela manhã, ciclo sono-vigília e atenção em adolescentes do ensino médio de Natal/RN”**. Coordenada pela profa. Carolina Virginia M. de Azevedo. Seus pais permitiram que você participasse.

Queremos saber se existe relação entre a forma como você se expõe a luz pela manhã o seu o ciclo sono e vigília, qualidade do sono, nível de sonolência e a sua atenção.

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os alunos que irão participar desta pesquisa estão matriculados no 1º e 2º anos do ensino médio.

A pesquisa será feita na escola em que você estuda. Os alunos irão preencher 4 questionários em sala de aula, que avaliam os hábitos, qualidade de sono, sonolência diurna e a preferência pelos horários de sono (Cronotipo), o que irá durar cerca de 50 minutos. Posteriormente, será entregue a você um diário de sono para ser preenchido em casa, durante 10 dias, acompanhado de um aparelho com tamanho semelhante a um relógio de pulso (actímetro), que deverá ser usado no braço não dominante, e registrará a sua atividade motora. Além disso, na escola, você será convidado a sair da sala de aula para realizar a tarefa que avalia os componentes da atenção. Esta tarefa dura cerca de 12 min. e será feita no computador da pesquisadora. Você será apresentado a números aleatórios no monitor do computador e deverá apertar teclas específicas de acordo com o número apresentado. Todas as instruções para realizar esta tarefa lhe serão dadas previamente, durante o treino.

A previsão de riscos atribuídos a sua participação é mínima, pois envolve apenas o preenchimento de questionários, o uso do actímetro e a realização da tarefa no computador. Os riscos que poderão ocorrer, consistem em constrangimentos e/ou vergonha na realização de alguma das etapas da pesquisa, incômodo e/ou reação alérgica a pulseira do actímetro, ou desconforto visual em relação ao brilho do monitor. Para minimizar estes possíveis riscos, utilizamos um modelo do actímetro com pulseira hipoalergênica e o brilho do monitor será reduzido. Além disso, você terá o direito de retirar a qualquer momento a sua participação da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você.

O benefício direto à sua participação será obter o retorno da avaliação do sono e da atenção, a partir de um curso de educação sobre o sono, o qual será ofertado ao final de toda a coleta de dados. Além disso, o curso tem por objetivo aumentar o seu conhecimento sobre o sono, levando-o a identificar entre os hábitos diários, aqueles que sejam prejudiciais ao seu sono, e assim, poder contribuir com a promoção da saúde e qualidade de vida, e conseqüentemente contribuir para a sua aprendizagem.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados em uma dissertação de mestrado, em

congressos sobre o tema e na publicação de artigos científicos, mas sem identificar os adolescentes que participaram.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Profa. Carolina Virginia Macêdo de Azevedo pelo telefone (84) XXXX-XXXX ou à mestranda Sabinne Danielle Galina ((84) XXXX-XXXX).

=====

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____ (**se já tiver documento**), fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Natal, ____ de _____ de _____.

Assinatura do menor

Assinatura do pesquisador

ANEXO 6

Questionário “A Saúde e o Sono”

- Estudo 1 -

12. Marque um "x" na letra correspondente ao grau de escolaridade do chefe de família (considere o chefe de família aquele(a) que mais contribui com a renda familiar):

- A Não alfabetizado
- B Estudou até _____ ano do Ensino Fundamental (1ª a 8ª série do ginásio)
- C Estudou até _____ ano do Ensino Médio (1ª a 3ª série do colegial)
- D Estudou até _____ ano do Ensino Superior (Universidade/Faculdade)
- E Completou o Ensino Superior

13. Como é sua freqüência na escola: (marque apenas **uma** alternativa)

- A Nunca ou raramente faltou às aulas.
- B Faltou às aulas cerca de uma vez por mês.
- C Faltou às aulas cerca de uma vez por semana.
- D Faltou às aulas mais de uma vez por semana.

14. Avalie o seu desempenho escolar: (Faça um risco vertical na reta abaixo)

Muito ruim ☹ _____ ☺ Muito bom

15. Na hora de dormir ou até duas horas antes de dormir, você costuma:

- A Fumar.
- B Tomar café.
- C Tomar chá (preto ou mate).
- D Tomar refrigerante do tipo cola (ex : coca-cola) e guaraná.
- E Tomar bebidas alcóolicas.
- F Tomar mais de 2 copos de água ou outro tipo de líquido
- G Nenhuma das alternativas anteriores.

16. Quando você está com fome antes de dormir, você costuma:

- A Tomar um copo de leite
- B Fazer uma refeição leve
- C Fazer uma refeição pesada
- D Dormir com fome

17. Você pratica atividade física (ex: caminhadas, musculação, basquete, etc.)?

A	Não	<input type="checkbox"/>				
B	Sim	<input type="checkbox"/>	Qual?	Com que freqüência?	a	Diariamente.
					b	Várias vezes por semana.
					c	Uma vez por semana.
					d	Ocasionalmente.

18. Qual o horário mais freqüente em que você realiza esta atividade física?

Das horas minutos às horas minutos

19. Se você faz algum curso fora da escola, marque os dias e os horários das aulas.

A	Segunda-feira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	às	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	Terça-feira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	às	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	Quarta-feira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	às	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	Quinta-feira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	às	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	Sexta-feira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	às	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	sábado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	às	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	Domingo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	às	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Como é a qualidade do seu sono durante a noite? (Faça um risco vertical na reta abaixo):

20.1 A qualidade do meu sono nos **dias de semana** é:

Muito ruim ☹ _____ ☺ Muito boa

20.2 A qualidade do meu sono nos **finais de semana** é:

Muito ruim ☹ _____ ☺ Muito boa

21. Sobre seu local de dormir, você o considera:

Bom	<input type="checkbox"/>	
Ruim	<input type="checkbox"/>	Se ruim, por quê?
A		É muito claro.
B		É muito barulhento.
C		É muito movimentado.
D		É muito quente.
E		É muito abafado.
F		Outros _____

22. Você apresentou algum desses problemas no último mês? (marque **UMA** opção para cada uma das alternativas)

	Não	Uma vez por mês	De 2 a 3 vezes/mês	De 1 a 2 vezes por semana	De 3 a 6 vezes por semana	Todos os dias
A						
B						
C						
D						
E						
F						
G						
H						
I						
J						
L						
M						
N						
O						
P						

23. Você gostaria de mudar algum aspecto do seu hábito de sono? (Pode marcar mais de uma alternativa)

	Durante a semana	Finais de semana
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. Você dorme por: (Faça um risco vertical na reta abaixo)

Prazer ☺ _____ ☹ Necessidade

25. É comum acontecer com você:

	Durante a semana	Finais de semana
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

26. Você costuma se sentir sonolento durante o dia? (marque apenas **UMA** alternativa para os dias de semana e uma alternativa para os finais de semana)

	Durante a semana	Finais de semana
A Não.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B Sim, das 08 às 10 horas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C Sim, das 10 às 12 horas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D Sim, das 12 às 14 horas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E Sim, das 14 às 16 horas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F Sim, das 16 às 18 horas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G Sim, das 18 às 20 horas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

27. Que meio de transporte você usa para ir para a escola todos os dias ?

Carro ônibus a pé outros Quais? _____

28. Você:

a) Se incomoda com alguma coisa no quarto quando está dormindo (ruído, luz, rádio, tv, irmãos)	() Não	() Sim. Qual (is)? _____
g) Tem TV no quarto	() Não	() Sim
h) Tem computador ou laptop no quarto	() Não	() Sim

29. Você:

a) Apresenta algum problema de saúde	() Não	() Sim. Qual? _____
b) Está tomando algum remédio	() Não	() Sim
c) Está fazendo algum tratamento médico	() Não	() Sim
d) Tem ou teve: (Caso você não tenha ou teve essas doenças, por favor, marque a opção nenhuma ao lado)	() Hipertensão () Meningite () Embolia () Insônia () Diabetes () Encefalite () Derrame cerebral () Obesidade () Dor de cabeça () Déficit de atenção () Dificuldade para falar	() Transtorno de aprendizagem () Tumor cerebral () Câncer () Epilepsia (convulsões) () Coma () Infarto cardíaco () Infarto cerebral () Asma () Nenhuma () Outras. Qual? _____
e) Bateu forte com a cabeça	() Não	() Sim Perdeu a consciência? () Não () Sim Por quanto tempo? _____ Vomitou? () Não () Sim Foi ao hospital? () Não () Sim Teve fratura craniana? () Não () Sim
f) Fez alguma operação no cérebro	() Não	() Sim
g) Desmaiou no último mês	() Não	() Sim
h) Urinou ou evacuou por acidente no último mês	() Não	() Sim
i) Se perde frequentemente	() Não	() Sim
j) Às vezes vê ou escuta coisas que outras pessoas não percebem	() Não	() Sim
k) Em alguns momentos não responde ao que estão dizendo	() Não	() Sim

32. Você gostaria de saber alguma informação a respeito do sono? Qual?

ANEXO 7

Questionário “A Saúde e o Sono”

- Estudo 2 -

**Questionário: A Saúde e O Sono**

Adaptado de Mathias *et al.* Incentivar hábitos de sono adequados: um desafio para os educadores. In: Pinho, SZ, Saglietti, JRC. orgs. *Núcleos de Ensino da Unesp*. São Paulo: Unesp, 2006; 718-731. LeBourgeois *et al.* The relationship between reported sleep quality and sleep hygiene in Italian and American adolescents. *Pediatrics* 2005; **115**: 257-265.

Essa pesquisa pretende conhecer alguns aspectos do cotidiano de estudantes como você, os hábitos de sono e as condições de saúde. Responda com sinceridade e precisão. Se você tiver alguma dúvida pergunte ao pesquisador. A sua colaboração é muito importante para nós. Obrigado!

1. Nome completo: _____ Telefone: _____

2. Sexo: M F

3. Data de nascimento: / /

4. Ano no qual você estuda: Ano Turma

5. Endereço:

6. Quantas pessoas moram em sua casa? Eu moro com mais pessoas

7. Quantas pessoas dormem no mesmo cômodo que você?

a) Eu durmo sozinho pessoas

b) Eu durmo com mais pessoa(s)

8. Marque com um "x" qual (is) desses itens existem em sua casa e indique a quantidade:

	Itens	Número de itens possuídos						
		0	1	2	3	4	5	6 ou mais
A	Banheiros							
B	Empregados domésticos							
C	Automóveis							
D	Microcomputador (de mesa, notebook, laptop, netbook)							
E	Lava louça							
F	Geladeira simples							
G	Freezer (considerar como freezer a geladeira duplex)							
H	Lava roupa							
I	DVD / Bluray player							
J	Micro-ondas							
K	Motocicleta							
L	Secadora de roupa							

9. Onde você mora existe: Sim Não

a) Água encanada

b) Rua pavimentada

10. Você trabalha? (em caso negativo pule para a pergunta 11) Sim Não

11. Se você trabalha, responda as horas em que você trabalha:

A	Segunda-feira	<input type="text"/>	<input type="text"/>	às	<input type="text"/>	<input type="text"/>
B	Terça-feira	<input type="text"/>	<input type="text"/>	às	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	Quarta-feira	<input type="text"/>	<input type="text"/>	às	<input type="text"/>	<input type="text"/>
D	Quinta-feira	<input type="text"/>	<input type="text"/>	às	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E	Sexta-feira	<input type="text"/>	<input type="text"/>	às	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F	sábado	<input type="text"/>	<input type="text"/>	às	<input type="text"/>	<input type="text"/>
G	Domingo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	às	<input type="text"/>	<input type="text"/>

12. Marque um "x" na letra correspondente ao grau de escolaridade do chefe de família (considere o chefe de família aquele(a) que mais contribui com a renda familiar):

- A Não alfabetizado
- B Estudou até _____ ano do Ensino Fundamental (1ª a 8ª série do ginásio)
- C Estudou até _____ ano do Ensino Médio (1ª a 3ª série do colegial)
- D Estudou até _____ ano do Ensino Superior (Universidade/Faculdade)
- E Completou o Ensino Superior

13. Como é sua freqüência na escola: (marque apenas **uma** alternativa)

- A Nunca ou raramente faltou às aulas.
- B Faltou às aulas cerca de uma vez por mês.
- C Faltou às aulas cerca de uma vez por semana.
- D Faltou às aulas mais de uma vez por semana.

14. Avalie o seu desempenho escolar: (Faça um risco vertical na reta abaixo)

Muito ruim☹ _____ ☺Muito bom

15. Na hora de DORMIR ou até duas horas antes de dormir, você costuma:

- A Fumar.
- B Tomar café.
- C Tomar chá (preto ou mate).
- D Tomar refrigerante do tipo cola (ex : coca-cola) e guaraná.
- E Tomar bebidas alcóolicas.
- F Tomar mais de 2 copos de água ou outro tipo de líquido
- G Nenhuma das alternativas anteriores.

16. Quando você está com fome antes de dormir, você costuma:

- A Tomar um copo de leite
- B Fazer uma refeição leve
- C Fazer uma refeição pesada
- D Dormir com fome

17. Você pratica atividade física (ex: caminhadas, musculação, basquete, etc.)?

- A Não
- B Sim

Qual?	Com que freqüência?	a	b	c	d
		Diariamente.			
		Várias vezes por semana.			
		Uma vez por semana.			
		Ocasionalmente.			

18. Qual o horário mais freqüente em que você realiza esta atividade física?

Das horas minutos às horas minutos

19. Se você faz algum curso fora da escola, marque os dias e os horários das aulas.

- A Segunda-feira às
- B Terça-feira às
- C Quarta-feira às
- D Quinta-feira às
- E Sexta-feira às
- F sábado às
- G Domingo às

20. Sobre seu local de dormir, você o considera:

- Bom
- Ruim Se ruim, por quê?
- A É muito claro.
- B É muito barulhento.
- C É muito movimentado.
- D É muito quente.
- E É muito abafado.
- F Outros _____

21. Você apresentou algum desses problemas no último mês? (marque **UMA** opção para cada uma das alternativas)

	Não	Uma vez por mês	De 2 a 3 vezes/mês	De 1 a 2 vezes por semana	De 3 a 6 vezes por semana	Todos os dias
A						
B						
C						
D						
E						
F						
G						
H						
I						
J						
L						
M						
N						
O						
P						

22. Você gostaria de mudar algum aspecto do seu hábito de sono? (Pode marcar mais de uma alternativa)

	Durante a semana	Finais de semana
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

23. É comum acontecer com você:

	Durante a semana	Finais de semana
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		

24. Na hora de ACORDAR ou até duas horas depois de acordar, você costuma:

A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	

25. Você costuma se sentir sonolento durante o dia? (marque apenas **UMA** alternativa para os dias de semana e uma alternativa para os finais de semana)

	Durante a semana	Finais de semana
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

26. Que meio de transporte você usa para ir para a escola todos os dias ?

Carro ônibus a pé outros Quais? _____

27. Quanto tempo você leva para ir da sua casa até a escola? Eu levo aproximadamente _____ horas e _____ minutos.

28. Você usa óculos escuros no caminho de casa para a escola?

A	Não			
B	Sim	Com que frequência?	a	Diariamente.
			b	Pelo menos 3 vezes por semana.
			c	Uma vez por semana.
			d	Ocasionalmente.

29. Você:

a) Se incomoda com alguma coisa no quarto quando está dormindo (ruído, luz, rádio, tv, irmãos)	() Não	() Sim. Qual (is)? _____
b) Tem TV no quarto	() Não	() Sim
c) Tem computador ou laptop no quarto	() Não	() Sim

30. Você:

a) Apresenta algum problema de saúde	() Não	() Sim. Qual? _____
b) Está tomando algum remédio	() Não	() Sim
c) Está fazendo algum tratamento médico	() Não	() Sim
d) Tem ou teve: (Caso você não tenha ou teve essas doenças, por favor, marque a opção nenhuma ao lado)	() Hipertensão () Meningite () Embolia () Insônia () Diabetes () Encefalite () Derrame cerebral () Obesidade () Dor de cabeça () Déficit de atenção () Dificuldade para falar	() Transtorno de aprendizagem () Tumor cerebral () Câncer () Epilepsia (convulsões) () Coma () Infarto cardíaco () Infarto cerebral () Asma () Nenhuma () Outras. Qual? _____
e) Bateu forte com a cabeça	() Não	() Sim Perdeu a consciência? () Não () Sim Por quanto tempo? _____ Vomitou? () Não () Sim Foi ao hospital? () Não () Sim Teve fratura craniana? () Não () Sim
f) Fez alguma operação no cérebro	() Não	() Sim
g) Desmaiou no último mês	() Não	() Sim
h) Urinou ou evacuou por acidente no último mês	() Não	() Sim
i) Se perde frequentemente	() Não	() Sim
j) Às vezes vê ou escuta coisas que outras pessoas não percebem	() Não	() Sim
k) Em alguns momentos não responde ao que estão dizendo	() Não	() Sim

31. Você gostaria de saber alguma informação a respeito do sono? Qual?

ANEXO 8
Diário de Sono
- Estudos 1 e 2 -

Nome do aluno(a) _____

Data: Dia: _____ Mês: _____ ano: _____. Dia da semana: _____

1. A que horas você foi deitar ontem? _____
2. O que você estava fazendo antes de dormir?
 - a) Estava assistindo TV.
 - b) Estava usando o computador.
 - c) Estava usando videogame/jogos eletrônicos.
 - d) Estava estudando/fazendo atividade da escola
 - e) Estava no trabalho
 - f) Estava em uma festa
 - g) Estava usando o celular
 - h) Outra atividade. Qual (is)? _____
3. Você acordou durante a noite?
Não ()
Sim () Quantas vezes ? _____
4. A que horas você acordou hoje? _____
5. Por que você acordou nesse horário?
 - a) Por causa do horário da escola
 - b) Por causa de atividades físicas/esportivas
 - c) Para viajar
 - d) Para participar de atividades religiosas
 - e) Para passear ou ir ao praia/clube/parque.
 - f) Outro motivo. Qual (is)? _____

6. Como você foi acordado (a) pela manhã:

- a) Pelo despertador () b) Alguém chamou () c) Sozinho ()

7. Como você está se sentindo ao despertar? (Marque com um X)



8. Você cochilou durante o dia?

Não ()

Sim () Quantas vezes ? _____

Hora de Início	Hora de término

9. Uso do Actímetro:

Horários em que tirou o actímetro	Horários em que colocou o actímetro

Nome do aluno(a) _____

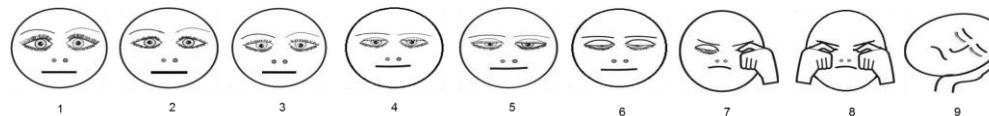
Data: Dia: _____ Mês: _____ ano: _____. Dia da semana: _____

1. A que horas você foi deitar ontem? _____
2. O que você estava fazendo antes de dormir?
 - a) Estava assistindo TV.
 - b) Estava usando o computador.
 - c) Estava usando videogame/jogos eletrônicos.
 - d) Estava estudando/fazendo atividade da escola
 - e) Estava no trabalho
 - f) Estava em uma festa
 - g) Estava usando o celular
 - h) Outra atividade. Qual (is)? _____
3. Você acordou durante a noite?
Não ()
Sim () Quantas vezes ? _____
4. A que horas você acordou hoje? _____
5. Por que você acordou nesse horário?
 - a) Por causa do horário da escola
 - b) Por causa de atividades físicas/esportivas
 - c) Para viajar
 - d) Para participar de atividades religiosas
 - e) Para passear ou ir ao praia/clube/parque.
 - f) Outro motivo. Qual (is)? _____

6. Como você foi acordado (a) pela manhã:

- a) Pelo despertador () b) Alguém chamou () c) Sozinho ()

7. Como você está se sentindo ao despertar? (Marque com um X)



8. Você cochilou durante o dia?

Não ()

Sim () Quantas vezes ? _____

Hora de Início	Hora de término

9. Uso do Actímetro:

Horários em que tirou o actímetro	Horários em que colocou o actímetro