

THIAGO BAPTISTELLA CABRAL

**INFLUÊNCIA DO COCHILO NA CONSOLIDAÇÃO DE
MEMÓRIAS DECLARATIVAS: UM ESTUDO REALIZADO
NO CONTEXTO ESCOLAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte para a obtenção do título de Mestre em Psicobiologia.

NATAL

2014

THIAGO BAPTISTELLA CABRAL

**INFLUÊNCIA DO COCHILO NA CONSOLIDAÇÃO DE
MEMÓRIAS DECLARATIVAS: UM ESTUDO REALIZADO
NO CONTEXTO ESCOLAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte para a obtenção do título de Mestre em Psicobiologia.

Orientador: Prof. Dr. Sidarta Ribeiro

NATAL

2014

UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Catálogo da Publicação na Fonte

Cabral, Thiago Baptistella.

Influência do cochilo na consolidação de memórias declarativas: um estudo realizado no contexto escolar. / Thiago Baptistella Cabral. – Natal, RN, 2014.

69 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Sidarta Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Psicobiologia.

1. Sono – Pedagogia - Dissertação. 2. Cochilo – Dissertação. 3. Escola – Dissertação. 4. Memória declarativa – Dissertação. I. Ribeiro, Sidarta. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 612.821.7:37

AGRADECIMENTOS

À minha família, meu pai Nelson, minha mãe Lígia e minha irmã Manoela pelo amor incondicional e respeito. Vó Alice por se a vó Alice. Ao Vô Cabral e à Vó Leda, aos meus primos e primas, meus tios e tias por me ensinarem muito do que eu sei e sou.

À família Chaparrause (Bressa, Gregão, Bandana, Yra, Camille, Chapa, Keila, Fernandinho, Marília, Zaca, Julia e Pedro), pela beleza do que estamos construindo e vivendo. Aos agregados Marina, Belo, Zé, Barba, Bagual, Aninha, Rasta, Ori, Pedro Gil, Zé Pedro, Thaís, China, Rubinato, Maxu, Daniel W., Kutako, Lu, Cris e todos os que por aqui passaram e ajudaram a construir essa grande onda continuamos a surfar juntos. À Sálvia, Jureminha, Manzarek e Manga, pelo carinho.

Ao Sidarta pelo brilho nos olhos, acolhida e ensinamentos na ciência, na capoeira e na vida.

Ao Zaca pelas muitas aventuras, aprendizados, risadas e amizade.

À Marina, pelo amor, amizade, danças e caretas, e ao sogrão Marcus e à sogrona Aleide, pelo carinho.

À Cláudia Santa Rosa, José Pacheco, Paulo Freire, Lauro de Oliveira Lima, Anton Makarenko, Edgar Morin, Agostinho da Silva e Fred Silva por me trazerem a Natal, em especial à Cláudia, pela profunda inspiração e ensinamentos constantes.

Às escolas E. E. Berilo Wanderley e E. E. Hegésippo Reis, em especial à professora Lucia Fraga pela seriedade, e beleza que conserva no coração a respeito pelo papel da escola e da educação, e aos alunos Amanda, Anny, Brenda, Camila, Franklin, Gabriel, Georgia, Guilherme, Iuri, Jean, Leandro D., Leandro P., Lucas V., Lucas F., Luismario, Maria Alice, Maria Clara, Matheus A., Matheus H., Sidney, Talys, Victor H., Ingrid, Yasmin e Beatriz.

Aos alunos e professores do Projeto Semente, em especial às crianças.

Aos professores Fernando Louzada, John Araújo, Carolina Azevedo pelas críticas e sugestões.

Aos professores e funcionários da Pós-Graduação em Psicobiologia e do Instituto do Cérebro, pelos esforços e dedicação para produzir ciência de qualidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida durante este período.

Aos reinos Fungi e Plantae, por toda a ajuda e iluminação.

***“A vida é a arte do encontro,
Embora haja tanto desencontro pela vida”***

Vinicius de Moraes (Samba da Bênção)

SUMÁRIO

1. Resumo	1
2. Introdução	3
2.1 Sono – Aspectos gerais	3
2.2 Sono - função, evolução e ontogenia	6
2.3 Memória – aspectos gerais	9
2.4 Sono e memória – mecanismos biológicos	10
2.5 Neurotransmissores importantes para a regulação do sono e da memória declarativa	12
2.6 Sono e cochilo	13
2.7 Contexto escolar	16
3. Materiais e Métodos	19
3.1 Participantes	19
3.2 Procedimentos	20
4. Resultados	29
5. Discussão	49
6. Referências Bibliográficas	54
4. Resultados	24
5. Anexos	64
5.1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	64
5.2. Parecer do Comitê de Ética	66

RESUMO

O processo de escolarização envolve a consolidação de memórias declarativas de longo prazo. É conhecido o efeito positivo do cochilo na consolidação deste tipo de memórias, no entanto, a grande maioria dos estudos foram realizados em laboratórios, sendo escassa a evidência do efeito benéfico do cochilo diurno na consolidação de memórias dentro da escola. Para estudar o efeito do cochilo num contexto escolar real, investigamos uma turma do turno matutino do 5º ano do Ensino Fundamental I (1 teste semanal ao longo de 8 semanas, N=24 alunos, 14 meninos e 10 meninas com aproximadamente 11 anos de idade). O objetivo foi avaliar longitudinalmente a associação entre o cochilo e a consolidação de longo prazo de memórias declarativas advindas de conteúdos curriculares. A cada uma das semanas, os estudantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, os quais cochilavam das 8:10 às 9:20 na segunda-feira ou na terça-feira após o aprendizado de conteúdos curriculares complementares. A cada sexta-feira os estudantes eram avaliados por um teste de múltipla-escolha contendo números idênticos de questões relativas a conteúdos após os quais os alunos puderam ou não puderam cochilar. As aulas foram ministradas exclusivamente pela professora da turma, e os conteúdos abordados foram advindos do currículo escolar nos domínios/disciplinas de Geografia, História e Ciências. Os resultados revelam uma associação entre o cochilo longo (com um tempo igual ou superior a 30 minutos) e a consolidação de longo prazo de memórias declarativas. Houve associação entre o cochilo longo e a consolidação das memórias declarativas relacionadas às disciplinas de Ciências e História, mas não Geografia.

PALAVRAS-CHAVE: Sono, Cochilo, Escola, Memória declarativa, Pedagogia.

ABSTRACT

The schooling process involves the acquisition of long-term declarative memories. Although the positive effect of naps on declarative memory consolidation is well established, the vast majority of the studies have been conducted in laboratories, and therefore the evidence of positive cognitive effects of daytime naps in the school setting remains scarce. To evaluate the association between napping and the long-term consolidation of declarative memories coming from curricular content, we researched a group of 5th grade students on elementary school I (N = 24 students, 14 boys and 10 girls, average 11 years old). At the beginning of each week, students were randomly sorted into groups G1 and G2, napping on Monday or Tuesday, after learning novel curricular content divided in 3 independent parts (A, B, C). From 8:15 to 9:20, students in the nap group were conducted to a quiet dark room (the school library) with mats, received sleep masks and were invited to nap during the next hour, while the students from the non-nap group remained in the classroom listening to a lecture on another curriculum content. After waking up, the students were asked how long they believed to have slept. Finally, at 9:20 all the students were allowed to return to their regular classroom activities. On Monday, G1 students received content A followed by a nap, while students from G2 received contents A + B. On Tuesday, G1 students received contents C + B while G2 students received C + nap. The classes were taught exclusively by the class teacher and the contents comprised Geography (2 weeks), History (3 weeks) and Science (3 weeks). Every Friday, all students were evaluated by a multiple-choice test containing 10 questions per content part (A, B and C; total number of questions = 30). This balanced design was executed for 8 consecutive weeks, allowing all students to participate in both nap and non-nap experiments. Science and History contents followed by naps longer than 30 minutes showed significantly higher scores (~10% more than waking controls) than contents followed by waking. The results support the notion that naps can be used in the school setting to enhance learning.

KEYWORDS: Sleep, Nap, School, Declarative Memory, Pedagogy

INTRODUÇÃO

O aprendizado humano pode ser distinguido do de outras espécies pela graduação e complexidade de habilidades que podem ser aprendidas e pelo grau de abstração que pode ser atingido (Meltzoff *et al.*, 2009). O *Homo sapiens* também é a única espécie que desenvolveu caminhos formais para aumentar o aprendizado: professores, escolas e currículo (Meltzoff *et al.*, 2009). A importância dada pela sociedade à educação formal pode ser vista no fato de que nas primeiras duas décadas de formação, indivíduos passam aproximadamente 15.000 horas em escolas, fazendo com que as mesmas tenham uma influência de grande impacto no curso de vida das pessoas e, por sua vez, na sociedade (Deci *et al.*, 1991).

É evidente a importância do currículo e das diferentes metodologias de ensino para o aprendizado do aluno, o que justifica a ênfase nesses aspectos nas políticas públicas de educação. Menos evidentes e talvez por isso mesmo com grande potencial de realizar mudanças em larga escala no processo de escolarização, são os aspectos fisiológicos que influenciam o aprendizado, tais como o sono, a nutrição e os exercícios físicos (Ribeiro & Stickgold, 2014; Sigman *et al.*, 2014). O sono é particularmente promissor, devido à sua ampla aplicabilidade com baixo custo. Apesar disso, ele é visto pela maioria dos professores como algo a ser combatido pelos estudantes, como um sinal de desengajamento do processo educativo (Ribeiro & Stickgold, 2014).

Sono – Aspectos gerais

O sono pode ser entendido como um estado natural e reversível de relativa inatividade e reduzida responsividade a estímulos externos, acompanhado por uma diminuição do estado consciente (Rasch & Born, 2013). O sono em mamíferos é caracterizado pela ocorrência cíclica de dois estágios, o sono do movimento-rápido dos olhos (do inglês rapid eye movement - REM) e o sono não-REM, o qual inclui os estágios de sono leve (estágios N1 e N2) e o sono de ondas lentas (do inglês slow wave sleep – SWS, o estágio N3) (Figura 1, retirada de Rasch & Born, 2013). Em humanos, durante uma noite de

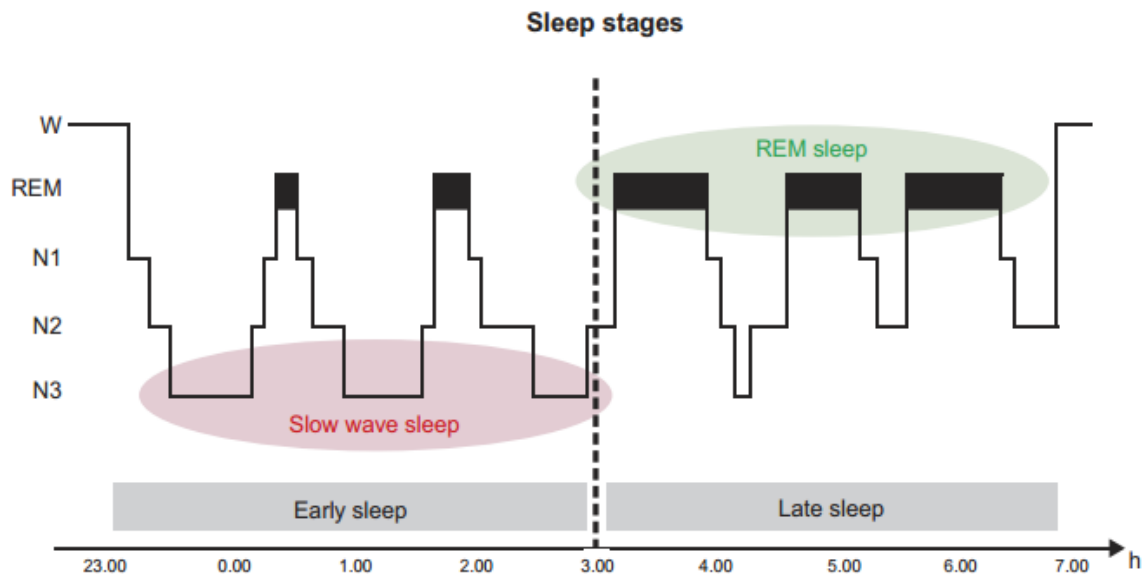


Figura 1. Diagrama dos estágios do sono. W = acordado (do inglês, *wake*); REM = sono do movimento rápido dos olhos; N1 e N2 = estágios de sono leve; N3 = Slow wave sleep (sono de ondas lentas); Early sleep = primeiras quatro horas do sono; Late sleep = segundas quatro horas do sono. Retirado de Rasch & Born, 2013.

sono de oito horas, a primeira metade deste tempo contém grandes quantidades de SWS, caracterizado por ondas de grande amplitude no eletroencefalograma¹ (EEG), e na segunda metade prevalece o sono REM, caracterizado por ondas de baixa amplitude no EEG (Diekelmann & Born, 2010), movimentos oculares rápidos e atonia muscular (Rasch & Born, 2013).

O modelo mais amplamente aceito da representação do ciclo de sono e vigília consiste de dois componentes, o circadiano e o homeostático (Borbély, 1982; Borbély & Acherman, 1999). O primeiro consiste na regulação feita pelo sistema temporizador circadiano, que aumenta a propensão ao sono em horas específicas do dia, e o segundo depende da duração da fase de sono ou de vigília anterior (Borbély, 1982; Borbély & Acherman, 1999). O ritmo circadiano é formado por padrões auto-sustentados coordenados temporalmente, com duração aproximada de 24 horas (Halberg, 1960). Estes padrões são sincronizados por marcadores de tempo externos, também chamados de

¹ aparelho sensível ao campo elétrico causado por disparos neuronais corticais. Quanto maior a sincronia dos disparos do potencial de ação neuronal, maior a amplitude da onda observada na saída do EEG.

zeitgebers. O principal estímulo de sincronização (*zeitgeber*) do ritmo circadiano interno com o ambiente externo é a variação diurna de luz e escuridão (Czeisler *et al.*, 1981 apud Crowley *et al.*, 2007). A principal estrutura interna que organiza estes ritmos nos mamíferos está localizada no núcleo supraquiasmático (NSQ) (Moore 1992). Ao que parece, determinadas sub-regiões do NSQ podem estar envolvidas com a regulação de estágios específicos do sono (Kilduff *et al.*, 2008).

Alguns hormônios e neurotransmissores apresentam um papel importante na regulação circadiana humana. A melatonina é um hormônio secretado pela glândula pineal, e a concentração deste hormônio é praticamente nula durante o dia, aumentando à noite, durante a qual se mantém constante, apresentando um declínio perto do momento em que o sujeito normalmente acorda (Zhdanova, Lynch & Wurtman, 1997). A produção endógena de melatonina é suprimida pela luz (Wurtman, Axelrod & Phillips, 1963). Além disso, este hormônio pode estar associado à termoregulação (Dijk & Cajochen, 1997). O início da perda de calor do corpo coincide com o aumento dos níveis de melatonina endógena que ocorre no início da noite (Krauchi *et al.*, 2000), e o pico dos níveis de melatonina coincidem com o mínimo de temperatura corporal circadiana, que normalmente ocorre poucas horas antes do início da vigília (Wyatt *et al.*, 1999). Possivelmente a melatonina enfraquece o sinal do NSQ, promovendo perda de calor, a qual induz a sonolência através da área pré-óptica do hipotálamo anterior (Cajochen, Krauchi & Wirz-Justice, 2003). Todavia, os efeitos da melatonina na sonolência são relativos, e não absolutos, visto que os indivíduos que não secretam melatonina parecem dormir normalmente (Wehr, Aeschbach & Duncan, 2001).

Recentes descobertas sugerem que a adenosina pode ser um fator importante para a regulação homeostática do sono (Zisapel, 2007). Nas áreas cerebrais que regulam a vigília, particularmente no prosencéfalo, a alta concentração de adenosina extracelular, induzida pela vigília prolongada, diminui a atividade de neurônios colinérgicos, promovendo o sono (Porkka-Heiskanen, *et al.*, 2002). Apesar de estudos com microdiálise em humanos não detectarem um aumento de adenosina extracelular durante a vigília prolongada

(Zeitzer, *et al.*, 2006), o papel da adenosina extracelular na indução do sono pode ser limitado a regiões prosencefálicas específicas (Zisapel, 2007).

A orexina é um neurotransmissor que pode ter influência na manutenção dos estados de sono e vigília. A narcolepsia, um distúrbio do sono, é causada pela deficiência deste hormônio, seja em humanos ou outros animais (Peyron *et al.*, 2000, apud Kilduff *et al.*, 2008). Neurônios liberadores de orexina recebem aferências abundantes de neurônios do sistema límbico, o que pode ser importante para a manutenção do estado de alerta durante situações emotivas (Kilduff *et al.*, 2008). Ela também ativa neurônios monoaminérgicos e colinérgicos do hipotálamo e do tronco encefálico, importantes para a manutenção de longos episódios de vigília. Além disso, estes neurônios são inibidos por neurônios GABAérgicos, regulação que pode ser importante para a manutenção do sono (Kilduff *et al.*, 2008).

Um subconjunto de interneurônios GABAérgicos produtores de óxido nítrico (NOS) também podem estar relacionado ao ciclo de sono e vigília, pois é ativado durante o sono não-REM. Esses interneurônios são inervados por neurônios colinérgicos e serotoninérgicos, neurotransmissores que há muito tempo se sabe serem implicados no controle do sono e da vigília. Apesar de ainda serem necessários estudos de eletrofisiologia celular para esclarecer melhor o papel destes interneurônios liberadores de NOS, eles provavelmente são parte do substrato neurobiológico da regulação homeostática do sono (Kilduff *et al.*, 2008).

Sono - função, evolução e ontogenia

Após mais de um século de investigação intensa sobre o cérebro, os mecanismos de geração e manutenção do sono são razoavelmente conhecidos. Entretanto, a função do sono ainda é um tema controverso e diversas hipóteses não-excludentes já foram propostas (Ribeiro & Nicolelis, 2007). O sono já foi proposto como necessário para a economia de energia, recuperação de metabólitos e reparo de tecidos celulares, detoxificação, termorregulação e funções imunes (Maquet, 2001; Rasch & Born 2013; Xie *et al.*, 2013). Todavia, como lembraram Rasch & Born (2013), estas funções

talvez pudessem ser realizadas pelo corpo em um estado de repouso, sem a perda de consciência e de responsividade ao mundo externo que ocorre durante o sono. Levando em conta estes aspectos, diferentes propostas foram feitas, como a desintoxicação de radicais livres do cérebro, a reposição de glicogênio e o envolvimento do sono na memória e na plasticidade sináptica (Ribeiro *et al.*, 1999; Maquet, 2001; Dlekelmann & Born, 2010; Rasch & Born, 2013).

O sono é um comportamento que evoluiu e se manteve em diversos animais. Sob uma perspectiva evolutiva, um estado no qual o organismo apresenta uma responsividade reduzida frente a estímulos potencialmente nocivos pode representar um perigo à sobrevivência (Rasch & Born, 2013). Apesar disso, o sono de ondas lentas está presente em todas as espécies de amniotas (répteis, aves e mamíferos) já estudados. Por este motivo, ele provavelmente foi selecionado durante a peregrinação ecológica da água para o ambiente seco no período do Carbonífero (354-290 milhões de anos atrás) (Futuyma, 1986). É razoável supor que a falta de luz durante a noite, ao forçar os primeiros répteis a se esconderem exerceu uma pressão favorável ao aparecimento do sono de ondas lentas. (Harper, 1971). Ainda não está claro se peixes e anfíbios apresentam sono verdadeiro ou se eles apenas apresentam episódios de descanso causados pela falta de estímulos ambientais (Campbel & Tobler, 1984). Além disso, estados parecidos com o do sono foram encontrados em invertebrados como moscas, abelhas, baratas e caranguejos (Harper, 1971; Rasch & Born, 2013), não estando claro se o sono é um traço conservado em vertebrados e invertebrados ou apenas uma adaptação convergente impulsionada por pressões seletivas semelhantes, como a variação circadiana na iluminação (Ribeiro & Nicolelis, 2007; Ribeiro & Mota-Rolim, 2013).

O sono REM, que possivelmente se desenvolveu após a grande extinção do período Cretáceo (65 milhões de anos atrás), é uma característica do sono de aves e mamíferos, não aparecendo nos répteis, com exceção dos crocodilianos (Hobson, 1989). Ainda é matéria de debate o motivo de cobras, lagartos e tartarugas não apresentarem sono REM; algumas possibilidades são

a ectotermia, pois mamíferos e aves apenas entram em REM em uma estreita faixa de temperaturas relativamente altas (Satinoff, 1988; Szymusiak, Alam & McGinty, 1999); a falta de necessidade de uma consolidação rápida da memória, visto que as vantagens adaptativas obtidas pelo SWS poderiam suprir e até exceder as necessidades cognitivas destes animais (Ribeiro & Nicolelis, 2007); ou, de maneira contrária, o sono REM não se desenvolveu devido ao ambiente estressante em que viviam seus ancestrais, pois ratos submetidos ao medo apresentam no sono subsequente uma forte supressão de sono REM, mas não de SWS (Stewart & Fox, 1991).

Mamíferos e aves diferem bastante na duração dos episódios de REM que exibem. Enquanto mamíferos apresentam poucos, mas longos episódios de sono REM ao longo de 24 horas, aves apresentam centenas de micro-episódios de sono REM com duração de poucos segundos (Dewasmes *et al.*, 1985). É possível que o sono REM prolongado não tenha evoluído nas aves devido à perda de tônus muscular característica deste estado, o que seria um impedimento para que elas se mantivessem empoleiradas (Dewasmes *et al.*, 1985; Szymczak, 1987). O Sono REM prolongado pode estar relacionado ao favorecimento do comportamento criativo (Wagner *et al.*, 2004; Kahana, Sekuler & Caplan, 1999), da ocorrência de “*insights*”, que apesar de também acontecerem durante a vigília, são facilitados pelo sono (Wagner *et al.*, 2004) e uma característica fundamental deste tipo de sono, sua capacidade de favorecer a saída de memórias do hipocampo para o neocórtex (Ribeiro *et al.*, 2002, Ribeiro & Nicolelis, 2004, Ribeiro *et al.* 2007), fazendo com que o aprendizado se tornasse muito mais rápido, forte e duradouro (Ribeiro & Mota-Rolim, 2013).

Assim como ocorre com outros comportamentos animais, os padrões e a arquitetura do sono variam dramaticamente durante o desenvolvimento do indivíduo (Kurdziel, Duclos & Spencer, 2013). Comparada à idade adulta, a infância é caracterizada por uma maior duração do tempo total de sono, apresentando maiores quantidades de SWS e REM (Hill, Hogan & Karmiloff-Smith, 2007). Resultados de exames longitudinais de EEG mostram que a regulação do sono amadurece durante a infância (Kopasz *et al.*, 2010),

havendo um declínio de REM e SWS entre 3 e 5 anos de idade, com o sono passando de polifásico – diversas sonecas ao longo do dia - para monofásico – um único e longo momento durante a noite - aproximadamente aos 5 anos de idade (Ohayon, *et al.*, 2004, apud Kurdzuel *et al.*, 2010). Outro processo importante é que durante a adolescência existe uma necessidade de um tempo maior de sono para o estado de alerta, se comparado com a idade adulta (Carskadon *et al.* 1980, Carskadon, 1990).

Memória – aspectos gerais

Conforme Rasch & Born (2013), em termos gerais, a memória consiste na capacidade de codificar, consolidar e recuperar uma informação. Durante a codificação, a percepção do estímulo resulta na formação de um novo traço de memória, que inicialmente é susceptível ao esquecimento. Na consolidação, o traço de memória é gradualmente estabilizado, possivelmente através de múltiplas ondas de consolidação de curto e longo-prazo, servindo para fortalecer e integrar a memória nas redes preexistentes. Durante a recuperação, a memória que estava armazenada é acessada. Segundo os mesmos autores, enquanto o estado alerta possibilita principalmente a codificação de novas informações e a recuperação, o sono, por ser um estado de reduzido processamento de informação externa, apresenta uma janela de tempo ótima para a consolidação de memórias.

A memória humana pode ser dividida em memória de curto ou longo prazo (Figura 2). A memória de curto prazo, também chamada de memória de trabalho, dura poucos segundos ou minutos. A memória de longo prazo pode ser dividida entre memória de procedimentos e memória declarativa (Cooke & Bliss, 2006). A primeira abrange o conjunto de memórias para habilidades que em geral são o resultado de repetidas práticas, e não são necessariamente disponíveis para uma recordação consciente, como o aprendizado de ações, hábitos e habilidades motoras (Cooke & Bliss, 2006; Kopasz *et al.*, 2010), como andar de bicicleta ou tocar piano, assim como outros tipos de aprendizado implícito. As memórias procedimentais dependem do estriado e do cerebelo, embora estudos recentes indiquem um possível envolvimento do hipocampo

neste tipo de aprendizado (Diekelmann & Born, 2010). As memórias declarativas, por outro lado, são acessíveis a uma recordação consciente, e incluem as memórias semânticas e as memórias episódicas. As primeiras são formadas por conhecimento geral e não associado a um evento específico, como o aprendizado de vocabulário, e as segundas são em geral memórias autobiográficas, como a recordação de acontecimentos do passado (Kopasz *et al.*, 2010). As memórias declarativas são dependentes do hipocampo, de estruturas do lobo temporal-medial e de regiões neocorticais para o armazenamento de longo-prazo (Diekelmann & Born, 2010).

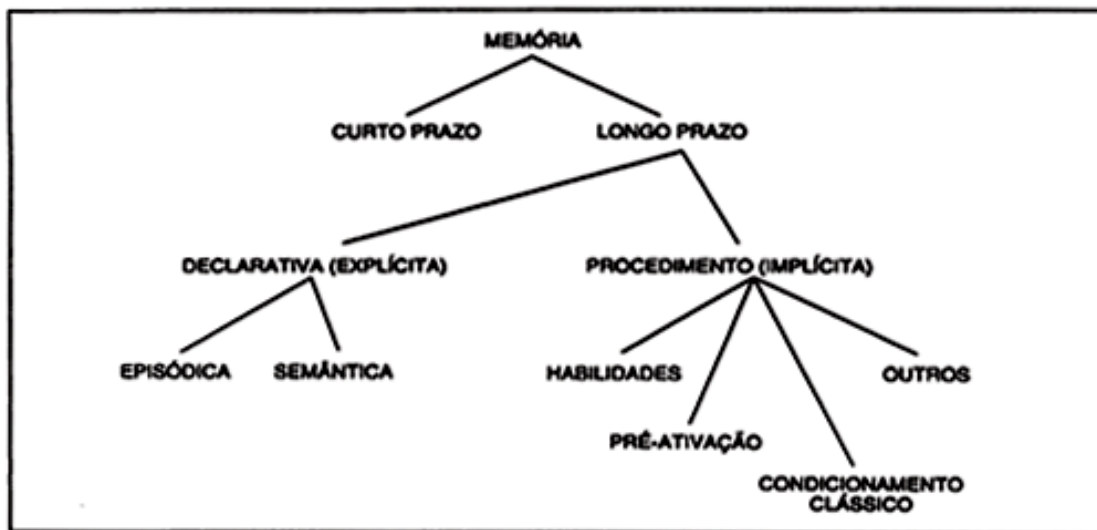


Figura 2. Classificação dos sistemas de memória, retirada de Oliveira & Bueno (1993).

Sono e memória – mecanismos biológicos

Em 1949, Donald Hebb publicou o livro “The organization of behavior”, no qual, entre outras coisas, postula que as memórias são representadas por uma vasta rede interconectada de sinapses neuronais, e descreve o mecanismo básico da plasticidade sináptica, a capacidade das sinapses se fortalecerem ou enfraquecerem ao longo do tempo. Nele, a formação da memória é um processo no qual a reverberação da atividade neuronal em circuitos específicos promove mudanças sinápticas estáveis (Diekelmann & Born, 2010). Com base nisso, é amplamente aceito que o processo de consolidação feito durante o sono depende da reativação dos mesmos circuitos neuronais utilizados na

codificação da informação (Diekelmann & Born, 2010). Isto promoveria a redistribuição gradual e a reorganização das representações mnemônicas para locais de armazenamento de longo-prazo (consolidação sistêmica da memória), além de promover mudanças sinápticas duráveis, necessárias para estabilizar as memórias (consolidação sináptica da memória) (Diekelmann & Born, 2010).

Consolidação sistêmica da memória

Segundo Diekelmann & Born (2010), existem duas hipóteses não excludentes a respeito dos mecanismos subjacentes à consolidação sistêmica da memória durante o sono, a *hipótese da homeostase sináptica* e a *hipótese da consolidação ativa do sistema*. De acordo com a *hipótese da homeostase sináptica*, a codificação durante a vigília levaria a um aumento da força sináptica em diversos circuitos corticais, e o sono de ondas lentas estaria associado à diminuição global da força das sinapses cerebrais, fazendo com que perdurassem apenas as sinapses mais fortes, desaparecendo as sinapses mais fracas. De acordo com Tononi e Cirelli (2006), de modo geral, os principais pressupostos relacionados a esta hipótese são consistentes com um grande corpo de evidências no nível comportamental, molecular e neurofisiológico, com resultados obtidos com técnicas como simulações feitas por computador e estudos de neuroimagem.

De acordo com a *hipótese de consolidação ativa do sistema*, durante o estado de vigília os traços de memória seriam codificados em paralelo em redes neuronais presentes no hipocampo e no neocórtex. O subsequente sono de ondas lentas levaria à repetida reativação das redes hipocampais (Gais & Born, 2004). Esta sincronização propiciaria a transferência da informação do hipocampo ao neocórtex, levando as redes corticais a mudanças sinápticas persistentes (por exemplo, através da expressão de genes). Os traços de memória seriam repetidamente reativados e redistribuídos no neocórtex, tornando-se gradualmente mais estáveis e se adaptando à memória preexistente (Gais & Born, 2004).

Consolidação sináptica da memória

A capacidade das sinapses se fortalecerem ou enfraquecerem está intimamente ligada à alteração no número de receptores para os neurotransmissores (Gerrow & Thriller, 2010). A potenciação de longo-prazo (Long term potentiation, LTP) é um aumento persistente na transmissão de sinal entre dois neurônios, como resultado de serem estimulados sincronicamente em alta frequência (Cooke & Bliss, 2006). A LTP ocorre no hipocampo e no neocórtex durante os estados ascendentes das ondas lentas durante o sono de ondas lentas. É provável que os processos de consolidação sináptica sejam engatilhados através da reativação que ocorre no SWS, que marcaria redes sinápticas relevantes, que seriam consolidadas durante a fase REM do sono (Diekelmann & Born, 2010). A LTP é considerada um mecanismo essencial na consolidação da memória no nível da sinapse, no entanto ainda não está claro se a consolidação se dá por reforçar as LTPs produzidas durante a codificação ou se são criadas novas LTPs durante a reativação sináptica durante o sono (Diekelmann & Born, 2010).

Segundo Cooke & Bliss (2006), a depressão de longo prazo (Long term depression, LTD) pode ser considerada um processo oposto ao da LTP, resultando em uma diminuição de longo prazo na eficiência sináptica. A LTD pode servir como um mecanismo homeostático, de maneira a garantir que as sinapses do sistema nervoso central não fiquem saturadas.

Neurotransmissores importantes para a regulação do sono e da memória declarativa

A atividade colinérgica é mínima durante o SWS, o que possivelmente possibilita a reativação espontânea dos traços de memória hipocampais e a transferência destes traços para o neocórtex pela redução da inibição dos neurônios CA1 e CA3 do hipocampo (Diekelmann & Born 2010). Se a atividade colinérgica durante o SWS for artificialmente aumentada após uma tarefa de memorização de pares de palavras, cuja consolidação depende do hipocampo, a consolidação desta memória é prejudicada (Gais & Born, 2004).

Além do papel da acetilcolina, os glucocorticóides (cortisol em humanos) também parecem ter um papel importante na transferência das memórias do hipocampo para o neocórtex. Este hormônio é produzido pelas glândulas adrenais, e sua liberação é mínima durante o SWS. No entanto, se o nível destas substâncias é artificialmente aumentado durante o SWS, a consolidação de memórias declarativas é prejudicada (Plihal & Born, 1999).

A atividade noradrenérgica ocorre em um nível intermediário durante o SWS, e parece estar associada às ondas lentas (Diekelmann & Born, 2010). O *locus coeruleus* é a principal fonte de noradrenalina do cérebro, e em ratos, rajadas de disparos desta região são levadas durante o sono de ondas lentas ao córtex frontal (Lestienne *et al.*, 1997 apud Diekelmann & Born, 2010). É possível que estas rajadas façam com que ocorra a atividade dos genes imediatos envolvidos na plasticidade cerebral (do inglês immediate early genes, IEG) no neocórtex, por sua vez, ajudando, no nível sináptico, à estabilização e formação de novas memórias (Cirelli & Tononi, 2000). Em humanos, a consolidação de memórias odoríficas foi debilitada após a supressão farmacológica da atividade noradrenérgica durante o sono rico em SWS, e melhorada após um aumento da disponibilidade de noradrenalina (Diekelmann & Born, 2010).

Outros hormônios, como o hormônio do crescimento, também apresentam uma liberação diferenciada nos estágios de sono e vigília, e também podem contribuir para a consolidação da memória, no entanto ainda carecem de mais estudos (Gais & Born, 2004).

Sono e cochilo

A partir de 1885, com os experimentos de Ebbinghaus, pode-se dizer que teve início o debate sobre se o sono tem um papel ativo ou passivo (ou possivelmente algo entre os dois, um papel permissivo) no processamento da memória (Rasch & Born, 2013). Segundo Ellenbogen, Payne e Stickgold (2006), tanto a teoria da passividade quanto a da permissividade assumem que não há nada inerente ao estado do sono que ajude o processamento da memória. Preferencialmente, isto ocorreria devido à relativa redução da

interferência de agentes externos durante o sono, possibilitando a consolidação da informação mais eficientemente do que quando acordado. Por outro lado a teoria do papel ativo atribui propriedades únicas para o fenômeno psicológico e dinâmico dos estágios do sono. No que se refere à memória declarativa, o SWS teria um papel facilitador e estabilizador do traço da memória, algo que não é alcançado em outros estágios do sono. Após quase um século e meio de debate, a teoria do papel ativo parece cada vez mais fortalecida, a ponto de Rasch & Born (2013) sentenciarem: “devido ao corpo de evidências cada vez maior revelando diferentes resultados obtidos através de sono rico em SWS ou em REM, parece ser insustentável explicar a melhora na memória unicamente através da diminuição de interferência causada pelo sono, a não ser que os estágios do sono se diferenciem no seu grau de interferência”.

Enquanto evidências apontam na direção de que o sono pode favorecer a consolidação de memórias de procedimentos² em adultos, esta mesma característica não é observada em crianças (Fischer, Wilhelm, & Born, 2007). Por outro lado, no que diz respeito às memórias declarativas, o sono favorece a consolidação de memórias de adultos e de crianças, tendo o SWS um papel possivelmente causal na consolidação de memórias declarativas (Marshall *et al.*, 2006; Kirov, *et al.*, 2009), mas não de procedimentos (Rasch *et al.*, 2007).

Um interessante estudo usando o cochilo no estudo da memória declarativa foi produzido por Tucker *et al.* em 2006. Nele, um grupo de 29 estudantes com idade entre 18 e 48 anos foi dividido em dois grupos, um que permanecia acordado e outro que cochilava, cujos integrantes realizaram tarefas relacionadas à memória declarativa e não-declarativa. O grupo cochilo teve uma média de sono de 49 minutos. O uso do EEG possibilitou verificar que 11% deste tempo foi passado no estágio 1, 41% no estágio 2, 21% no

² Para testar a consolidação de memórias de procedimentos, uma tarefa muito utilizada é a de traçar desenhos através do espelho (mirror-tracing task), na qual o sujeito deve traçar com uma caneta o desenho de uma estrela, vendo as imagens da estrela e de sua mão através do reflexo de um espelho. A pontuação é dada pelo número de vezes que o traço feito pelo sujeito toca o traço original da estrela (Gabrieli *et al.*, 1993).

estágio 3, 27% no estágio 4 (ou seja, 48% no SWS) e 0% no sono REM. Os autores encontraram uma diferença significativa no total de acertos na tarefa de memória declarativa entre os grupos, seis horas após o primeiro teste, com uma vantagem aproximada de 15% para o grupo que dormiu, mas não encontraram diferença entre os acertos dos grupos na tarefa de memória não-declarativa.

Em um estudo de 2012, Alger, Lau & Fishbein analisaram as respostas de três grupos de adultos – “acordado”, “10 minutos de sono” e “60 minutos de sono” - após realizarem uma tarefa de pares associados de palavras. Os grupos que cochilaram foram significativamente melhor na tarefa em relação ao outro grupo. No entanto, a melhora do grupo que dormiu apenas 10 minutos se mostrou temporária, pois após uma semana, apenas o grupo que dormiu 60 minutos obteve diferença significativa de aprendizado em relação aos demais grupos. Ambos os grupos que cochilaram 10 e 60 minutos atingiram os estágios N1 e N2 do sono, mas apenas o grupo que cochilou 60 minutos atingiu o estágio N3, no qual ocorre o sono de ondas lentas (SWS), e este foi considerado o fator determinante para a consolidação da memória, o que reforça o papel deste estágio do sono na consolidação de memórias declarativas.

O primeiro estudo do tipo com crianças (entre 11 e 12 anos) foi feito por Backhaus e colaboradores (2008), quando descobriram que o sono facilitou a consolidação de memórias declarativas de crianças em uma tarefa de pares associados de palavras³, mas não das crianças que ficaram acordadas durante o mesmo período. No mesmo estudo, o aprendizado foi correlacionado

³ Para testar a consolidação de memórias declarativas, uma tarefa muito utilizada é a de “pares associados de palavras”. Nesta tarefa, o sujeito aprende diversos pares de palavras que possuem relação um com o outro, como “mente – cérebro” ou “relógio – pulso”, e em seguida, ao ver apenas uma das palavras que forma o par, devem responder qual a outra palavra. Uma tarefa considerada mais difícil é a de “pares não-associados de palavras”, que consiste na mesma tarefa, porém com pares não-relacionados, como “camiseta – papel” ou “jacaré – cigarro” (Tucker & Fishbein, 2007). A pontuação é feita pelo número de pares corretos respondidos pelo sujeito.

positivamente com a quantidade de sono não-REM (a soma dos estágios 2 e SWS). Outros estudos identificaram que através de um cochilo de 40 a 60 minutos foi encontrado benefício no desempenho em tarefas relacionadas ao tempo de resposta (Takahashi, 2003) e aumento na memória de procedimentos (Mednick, 2003).

Outros resultados que amplificam e complementam o atual conhecimento a respeito do efeito do sono na memória são a associação encontrada entre sonhar com a tarefa aprendida e um aumento na consolidação da memória (Wamsley *et al.*, 2010); o aumento seletivo durante o sono na consolidação de memórias que são esperadas de terem relevância futura (Wilhelm *et al.*, 2011); e o fato de que crianças acostumadas a tirar um cochilo apresentarem um melhor desempenho em uma tarefa de memória visuo-espacial após o cochilo do que as que não apresentam este costume (Kurdziel, Duclos & Spencer, 2013).

Contexto escolar

A transição para a adolescência é marcada por mudanças no padrão de sono e vigília, e seus fatores fisiológicos subjacentes, o que inclui comportamentos típicos como o atraso da fase do sono, característico desta idade (Carskadon *et al.*, 1980). Este atraso parece iniciar sua reversão por volta dos 20 anos de idade (Roenneberg *et al.*, 2005). Além do prejuízo na consolidação do que foi aprendido, essa mudança no ciclo de sono e vigília prejudica também a capacidade de um novo aprendizado (Louzada *et al.*, 2008). Em alguns casos, o atraso do sono pode levar à chamada síndrome do atraso do sono, e estudantes sem esta síndrome apresentam maiores notas, menos depressão e menor taxa de evasão escolar (Wahlstrom & Freeman, 1997 apud Wahlstrom, 2002; Owens, Belon & Moss, 2010).

Uma solução para aumentar o tempo de sono dos estudantes seria atrasar o horário de início das aulas. O primeiro estudo longitudinal a esse respeito foi feito por Kyla Wahlstrom (2002), no qual postergou-se durante quatro anos o início das aulas de 7:15 a.m. para 8:40 a.m. em sete escolas do ensino médio em Minneapolis, E.U.A. Verificou-se um aumento na frequência

de comparecimento, taxa de matrícula menor sonolência e menos relatos de depressão por parte dos estudantes. Resultados semelhantes foram obtidos com um atraso de 30 minutos para o início das aulas de ensino médio em Rhode Island, E.U.A. (Owens, Belon & Moss, 2010). Em outro estudo verificou-se, entre outras coisas, uma melhora na qualidade e duração do sono, além de um menor débito de sono de estudantes de graduação de medicina quando as aulas foram iniciadas mais tarde (Lima, Medeiros & Araújo, 2002). Apesar destes benefícios, é importante salientar que a irregularidade do sono dos adolescentes não é causada apenas pelo horário de início das aulas, visto que se mantém durante as férias (Sousa, Louzada & Azevedo, 2008). Além disso, alguns estudantes podem ver o início tardio das atividades escolares como um motivo para ficar acordados até mais tarde, situação que pode ser minimizada com programas educativos de higiene do sono, em especial os que tenham como público-alvo não apenas os estudantes, mas também seus familiares e os educadores da escola (Sousa, Araújo & Azevedo, 2007; Sousa, Louzada & Azevedo, 2013).

Outra possível solução seria incorporar o cochilo dentro do período de aulas, o que pode causar um impacto negativo no cronograma escolar, mas com o benefício duplo de repor as horas de sono e consolidar a memória dos estudantes. Apesar dos diversos estudos relacionando sono e memória, são raros os estudos que verificaram os efeitos do cochilo dentro de uma escola e utilizando como tarefa a avaliação de conteúdos curriculares. Em recente estudo, Lemos, Weissheimer & Ribeiro (2014) estudaram os efeitos do cochilo dentro da escola. Nele, durante o horário escolar um dos pesquisadores ministrava uma aula de 15 minutos aos estudantes, que em seguida eram divididos em dois grupos, um cochilava durante 2 horas enquanto o outro realizava outra atividade. Os resultados indicaram que em relação às memórias declarativas de longo prazo, houve escores 10% maiores no grupo cochilo em relação ao grupo que não cochilou.

Com a finalidade de aproximar ainda mais a pesquisa do contexto escolar, o presente estudo teve caráter longitudinal, com aulas de aproximadamente 60 minutos ministradas pela própria professora da turma,

com o objetivo de estudar os efeitos do cochilo de até 60 minutos na consolidação de memórias declarativas de longo prazo em estudantes do ensino fundamental I.

Objetivo:

Estudar o efeito do cochilo de até 60 minutos na consolidação de memórias declarativas de longo prazo em estudantes do Ensino Fundamental I dentro do contexto escolar.

Objetivos específicos:

- Efeito do tratamento do cochilo com relação à duração do cochilo
- Efeito do tratamento do cochilo com relação ao gênero
- Efeito do tratamento do cochilo com relação às disciplinas de Ciências, História e Geografia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Vinte e quatro crianças (14 meninos) com idade média de 11,3 anos (variando entre 10,2 e 14,2 anos) (Tabela 1) estudantes do turno matutino do 5º ano da Escola Estadual Berilo Wanderley localizada em Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Participaram da pesquisa apenas as crianças cujos responsáveis deram o consentimento por escrito (Anexo 1), sendo excluída uma aluna por este motivo. Antes da realização da primeira semana de coletas foi realizado um piloto com a mesma turma de estudantes. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Anexo 2).

Tabela 1. Idade, tempo de sono noturno, número de vezes em que cochila por dia, número de vezes que cochila por semana e duração média deste cochilo. Entre parênteses está o desvio padrão de cada média. *Apenas alunos que relataram cochilar (n=19).

	n	Idade	Sono noturno (horas)	Cochilo vespertino (dia)	Cochilo vespertino (semana)	Tempo de cochilo vespertino (min*)
Meninos	14	11,5 (±1,24)	8,1 (±1,21)	0,76 (±0,89)	2,1 (±2,10)	59,5 (±25,8)
Meninas	10	11,1 (±0,68)	8,0 (±0,61)	1,5 (±0,70)	3,1 (±2,16)	86,0 (±53,8)

Através de um questionário único realizado no início da coleta de dados (anexo 3), verificamos que os estudantes dormiram em média 8 horas por noite (variando entre 6h e 10h). Os meninos praticaram o cochilo em média 0,76 vezes por dia no contraturno escolar, com duração média de 59 minutos por cochilo, enquanto as meninas cochilaram em média 1,5 vezes por dia, com duração média de 86 minutos por cochilo. Dentre todos os alunos, quatro meninos não cochilaram no turno vespertino (contraturno escolar).

Procedimentos

Parte do currículo escolar de Ciências, História e Geografia do 5º ano do Ensino Fundamental I foi dividido em 8 blocos, sendo três de Ciências, três de História e dois de Geografia (Figura 3). Cada bloco foi trabalhado durante uma semana, totalizando oito semanas de coleta. Em cada semana, o conteúdo do bloco foi subdividido em 3 aulas de aproximadamente 60 minutos (conteúdo A, conteúdo B e conteúdo C). Deste modo, em cada semana eram ministradas 3 aulas de 60 minutos de determinado conteúdo, totalizando 9 aulas de Ciências (durante 3 semanas), 9 aulas de História (durante 3 semanas) e 6 aulas de Geografia (durante 2 semanas). Os conteúdos de cada aula eram independentes uns dos outros, não era necessário assistir ao conteúdo A para entender o conteúdo B, e assim por diante. Entre os assuntos trabalhados na disciplina de Ciências estão o sistema reprodutor masculino e feminino, sistema esquelético; saúde e sistema nervoso. Em relação à História, os assuntos trabalhados foram escravidão, quilombos, revoltas dos escravos e imigração, e os conteúdos de Geografia foram clima, vegetação e regiões geográficas do Brasil.

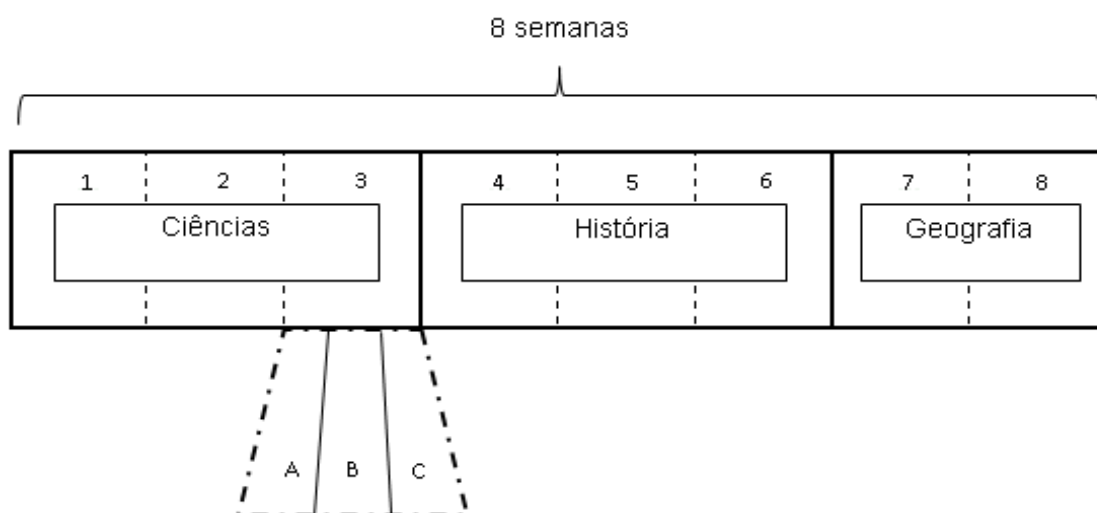


Figura 3. Diagrama apresentando as oito semanas de coleta. Cada semana é representada por um número. A disciplina de Ciências foi trabalhada nas semanas 1, 2 e 3, a disciplina de História foi trabalhada nas semanas 4, 5 e 6, e a disciplina de Geografia foi trabalhada nas semanas 7 e 8. Em cada semana eram trabalhadas com todos os alunos 3 aulas de 60 minutos (A, B e C), no gráfico isto está exemplificado na semana 3.

Todas as aulas eram expositivas e ministradas pela professora titular do turno matutino do 5º ano de uma escola pública estadual de Natal-RN. No início de cada uma das oito semanas de coleta, a mesma turma de 24 alunos era dividida em dois grupos, 12 alunos dormiam na segunda aula da segunda-feira e 12 alunos dormiam na segunda aula da terça-feira. Nas segundas-feiras (Figura 4), das 7h15min às 8h10min, os dois grupos tinham, ao mesmo tempo e na mesma sala, uma aula do conteúdo A. Em seguida, os grupos se separavam. Das 8h10min às 9h20min, 12 alunos continuavam na sala tendo aula do conteúdo B, enquanto a outra metade da turma se encaminhava com o auxílio do pesquisador para a biblioteca da escola para repousar, e possivelmente dormir - em colchonetes estofados revestidos com napa, medindo 1,70m x 0,70m, com travesseiros e máscara de dormir - durante 60 minutos, aproximadamente (das 8h10min às 9h20min). Às 9h20min, os estudantes eram acordados e cada aluno respondia ao questionário pós-sono, que consiste em quatro perguntas: (i) “você dormiu?”; (ii) “quanto tempo você dormiu?”; (iii) “você sonhou?” e (iv) “com o que você sonhou?”. Se o aluno não soubesse responder quanto tempo havia dormido, era perguntado se havia dormido menos da metade do tempo, metade, ou mais da metade do tempo. Em seguida ambos os grupos eram liberados para o intervalo da escola, e posteriormente havia aulas regulares de outras disciplinas.

Nas terças-feiras, das 7h15min às 8h10min, a turma toda tinha, ao mesmo tempo e na mesma sala, uma aula do conteúdo C. Em seguida, se separavam nas mesmas duas metades do dia anterior. Das 8h10min às 9h20min, o grupo de alunos que havia cochilado no dia anterior continuava na sala tendo aula do conteúdo B, enquanto a metade da turma que não havia cochilado na segunda-feira se encaminhava com o auxílio do pesquisador para a biblioteca da escola para repousar, e possivelmente dormir, nas mesmas condições do outro grupo no dia anterior. O questionário pós-sono era feito individualmente às 9h20min, em seguida os alunos eram liberados para o intervalo da escola.

Nas sextas-feiras, às 7h15min, a turma toda realizava um teste composto por 30 questões de múltipla escolha - dez questões referentes ao

conteúdo A, dez ao conteúdo B e dez ao conteúdo C. Cada questão correta valia um ponto. Os testes foram elaborados pelos pesquisadores com o auxílio da professora, utilizando-se como base os livros didáticos da escola.

Todo o conteúdo dos testes era previamente trabalhado durante as aulas com os alunos. Durante o teste de múltipla escolha, o pesquisador lia cada questão e alternativa, aguardando os estudantes responderem para iniciar outra questão. Os estudantes nunca souberam seus escores nas avaliações, que eram chamadas de atividades, para evitar a associação da avaliação com uma prova escolar, de modo a não induzir o estudante a estudar antes dos testes. Após o término da coleta de dados, os alunos responderam a um questionário sobre se estudavam antes das atividades de sexta-feira, no qual puderam escolher entre três alternativas: “sempre”, “às vezes” ou “nunca”. Todos os estudantes responderam que nunca estudaram antes das atividades de sexta-feira.

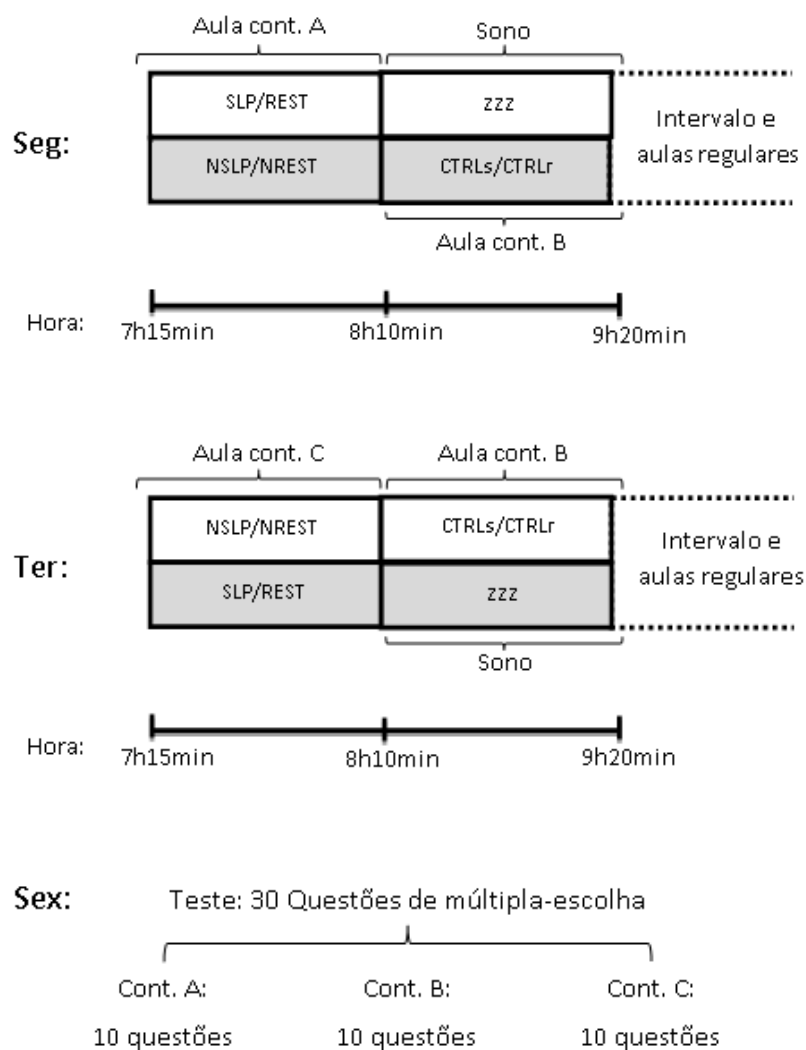


Figura 4. Desenho experimental apresentando uma das oito semanas de coleta. Quando o aluno relatou dormir 30 minutos ou mais, seus escores obtidos nos testes de sexta-feira foram tabulados nos grupos SLP (relatou dormir metade do tempo ou mais após assistir a esta aula), NSLP (controle, não havia a possibilidade de cochilo após assistir a esta aula) e CTRLs (outro controle, não havia a possibilidade de cochilo após assistir a esta aula). Quando o aluno relatou não dormir ou dormir menos da metade do tempo, seus escores obtidos nos testes de sexta-feira foram tabulados nos grupos REST (apenas se deitou ou dormiu menos da metade do tempo após assistir a esta aula), NREST (controle, não havia a possibilidade de cochilo após assistir a esta aula) e CTRLr (outro controle, não havia a possibilidade de cochilo após assistir a esta aula). As legendas “zzz” correspondem aos episódios de cochilo. O fundo claro ou cinza representam as duas metades da turma de estudantes, que se modificavam no início de cada semana, mas se mantinham na segunda e terça-feira.

No período de uma semana, cada estudante dormia na segunda ou na terça-feira. O número de estudantes que dormiu em cada um destes dias variou de 7 a 12 (Tabela 2). Durante as 8 semanas de coleta, 16 crianças dormiram em todas as vezes que foram cochilar e 8 crianças não dormiram em pelo menos uma das vezes. Durante as mesmas 8 semanas ocorreram 25 faltas nas segundas ou terças-feiras, e 57 faltas nas sextas-feiras.

Tabela 2. Quantidade de alunos que foram cochilar na segunda-feira e na terça-feira nas oito semanas de coleta. Entre parênteses está o número de estudantes que puderam ter seus dados analisados (não faltaram na segunda, terça nem na sexta-feira).

Dia do cochilo	Semana								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Segunda-feira	9 (7)	12 (7)	12 (7)	12 (10)	10 (7)	11 (10)	10 (8)	11 (6)	87 (62)
Terça-feira	12 (9)	12 (7)	9 (6)	10 (8)	11 (8)	9 (8)	7 (7)	10 (4)	80 (57)

Após as oito semanas de coleta de dados, com o objetivo de comparar os escores dos estudantes que relataram dormir metade do tempo ou mais e seus controles e também com os dos estudantes que relataram dormir menos da metade do tempo e seus controles, foram criados seis conjuntos diferentes (SLP, NSLP, CTRLs, REST, NREST e CTRLr).

Caso o aluno tenha relatado dormir metade do tempo ou mais (n=87):*

O grupo SLP é formado pelos escores recebidos pelos alunos nos conteúdos trabalhados na aula anterior ao episódio de sono (conteúdo A ou conteúdo C).

O grupo NSLP é formado pelos escores obtidos associados ao conteúdo complementar ao que entrou no conjunto SLP. Se o aluno foi dormir após o conteúdo A, o escore que entra no conjunto NSLP é o escore associado

ao conteúdo C, pois sabemos que o aluno não cochilou após assistir a este conteúdo.

O grupo CTRLs é formado pelo escore associado à aula do conteúdo B.

Caso o aluno tenha relatado dormir menos de metade do tempo (n=32):*

O grupo REST é formado pelos escores recebidos pelos alunos nos conteúdos trabalhados na aula anterior ao episódio de sono (conteúdo A ou conteúdo C).

O grupo NREST é formado pelos escores obtidos associados ao conteúdo complementar ao que entrou no conjunto REST. Se o aluno foi dormir após o conteúdo A, o escore que entra no conjunto NREST é o associado ao conteúdo C, pois sabemos que o aluno não cochilou após assistir a este conteúdo.

O grupo CTRLr é formado pelo escore associado à aula do conteúdo B.

Em cada semana havia três conteúdos diferentes (A, B e C), com dificuldades inerentemente diferentes, podendo um conteúdo um pouco mais difícil mascarar um efeito verdadeiro, ou um conteúdo mais simples contribuir para a criação de um efeito, na verdade inexistente. Imaginemos que o conteúdo B (que sempre faz parte do grupo controle) tenha, em média, conteúdos mais difíceis para os estudantes, e eles tenham tirado escores menores. Neste caso, é possível que uma comparação com o grupo SLP seja significativa sem que o sono tenha realmente contribuído para um maior escore

*Durante as oito semanas de coleta, houve 87 ocasiões em que um estudante compareceu nas aulas de segunda e terça-feira, relatou dormir um tempo *igual ou maior* do que 30 minutos e realizou a prova na sexta-feira. Neste caso, os escores obtidos pelo estudante foram contabilizados nos grupos SLP, CTRLs e NSLP. De um universo de 24 estudantes, 21 (9 meninas e 11 meninos) contribuíram para estas 87 ocasiões. Nas mesmas oito semanas de coleta, em 32 ocasiões um estudante compareceu nas aulas de segunda e terça-feira, relatou dormir um tempo *menor* do que 30 minutos e realizou a prova na sexta-feira. Neste caso, os escores obtidos pelo estudante foram contabilizados nos grupos REST, CTRLr e NREST. De um universo de 24 estudantes, 11 (4 meninas e 7 meninos) contribuíram para estas 32 ocasiões.

do grupo SLP, apenas, seu conteúdo, em média, durante as oito semanas, era mais fácil do que o do grupo controle.

Sendo assim, normalizamos, a cada conteúdo, os escores através da fórmula: $\frac{X-X_{\min}}{X_{\max}-X_{\min}}$, onde X é o escore do estudante em determinado conteúdo (A, B ou C), X_{\min} é o menor escore recebido pela turma neste conteúdo e X_{\max} é o maior escore recebido pela turma neste conteúdo. Deste modo, as comparações variam de 0 a 1, sendo que o menor escore recebia 0, e o maior escore recebia 1.

Tendo em vista estes fatores, o desempenho dos estudantes nos testes foram analisados de duas maneiras: *escores não-transformados* e *escores transformados*. Ambos são os escores obtidos pelos estudantes nos testes realizados nas sextas-feiras, contendo 10 questões em cada conteúdo, mas o escore não-transformado varia de 0 a 10 e o escore transformado é o escore do estudante após a transformação feita pela fórmula acima mencionada, e varia de 0 a 1.

Análise dos dados:

Analisamos primeiramente os dados não-transformados, que variam de 0 a 10 e em seguida analisamos os dados transformados, que variam de 0 a 1. Todas as análises foram feitas utilizando o programa IBM SPSS Statistics 20.

Dados não-transformados:

Comparação entre os gêneros:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e três testes de Mann-Whitney para comparar os gêneros nas três condições experimentais.

Comparação entre os grupos REST e SLP:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste de Mann-Whitney para comparar os grupos REST e SLP.

Comparação entre os grupos CTRLr e CTRLs:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste de Mann-Whitney para comparar os grupos CTRLr e CTRLs.

Comparação entre os grupos NREST e NSLP:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste de Mann-Whitney para comparar os grupos NREST e NSLP.

Comparação entre o REST, CTRLr e o NREST

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e a ANOVA de um fator para comparar as três condições experimentais (REST, CTRLr e o NREST).

Comparação entre o SLP, CTRLs e o NSLP

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste de Kruskal-Wallis para comparar as três condições experimentais (SLP, CTRLs e NSLP). Como post-hoc realizamos três testes de Mann-Whitney utilizando a correção de Bonferroni ($p=0,0167$).

Comparação entre as disciplinas:

Ciências: Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e a ANOVA de um fator para comparar os grupos (SLP, CTRLs e NSLP), realizando como post-hoc três testes T independentes com correção de Bonferroni ($p=0,0167$).

História: Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste F de Welch para comparar os três grupos (SLP, CTRLs e NSLP).

Geografia: Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e a ANOVA de um fator para comparar os três grupos (SLP, CTRLs e NSLP).

Dados Transformados:

Comparação entre os gêneros:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e três testes de Mann-Whitney para comparar os gêneros nas três condições experimentais.

Comparação entre os grupos REST x SLP:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste de Mann-Whitney para comparar os grupos REST x SLP.

Comparação entre os grupos CTRLr x CTRLs:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste T independente para comparar os grupos CTRLr x CTRLs.

Comparação entre os grupos NREST x NSLP:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste T independente para comparar os grupos NREST x NSLP.

Comparação entre o REST, CTRLr e o NREST:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e a ANOVA de um fator para comparar as três condições experimentais (SLP, CTRLs e NSLP).

Comparação entre o SLP, CTRLs e o NSLP:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e a ANOVA de um fator para comparar os grupos (SLP, CTRLs e NSLP), realizando como post-hoc três testes T independentes com correção de Bonferroni ($p=0,0167$).

Comparação entre as disciplinas:

Ciências: Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e a ANOVA de um fator para comparar os grupos (SLP, CTRLs e

NSLP), realizando como post-hoc o teste T independente com correção de Bonferroni ($p=0,0167$).

História: Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e o teste F de Welch para comparar os três grupos (SLP, CTRLs e NSLP), realizando como post-hoc o teste T independente com correção de Bonferroni ($p=0,0167$).

Geografia: Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade e a ANOVA de um fator para comparar os três grupos (SLP, CTRLs e NSLP).

Análises de correlação:

Foi utilizado o Tau de Kendall para analisar possíveis correlações entre os escores obtidos nas condições experimentais e: o número de minutos dormidos no cochilo vespertino; número de vezes que cochila por dia no período vespertino; e número de vezes que cochila por semana no período vespertino.

RESULTADOS

Escores não-transformados:

Não houve diferença entre os gêneros em nenhuma das três condições experimentais. O teste de Kolmogorov-Smirnov indicou que os escores dos meninos são paramétricos ($p>0,05$) e os escores das meninas são não-paramétricos ($p<0,05$). Realizamos três testes de Mann-Whitney comparando os escores dos diferentes gêneros nas três condições experimentais. Na condição SLP, as meninas ($M=7,00$), não diferiram significativamente da pontuação dos meninos ($M=6,00$), $U=750,000$, $p=0,128$, bidirecional. Na condição CTRLs, as meninas ($M=6,00$) não diferiram significativamente da pontuação dos meninos ($M=5,00$), $U=792,500$, $p=0,253$, bidirecional. Na condição NSLP, as meninas ($M=6,00$) não diferiram significativamente da pontuação dos meninos, $U=854,000$, $p=0,542$, bidirecional.

Comparação entre os grupos REST (n=32) e SLP (n=87).

O grupo REST (n=32) teve média menor do que o grupo SLP (n=87), e o teste de Mann-Whitney bidirecional indicou que esta diferença é significativa (U=950,500, p=0,007) (Figura 5).

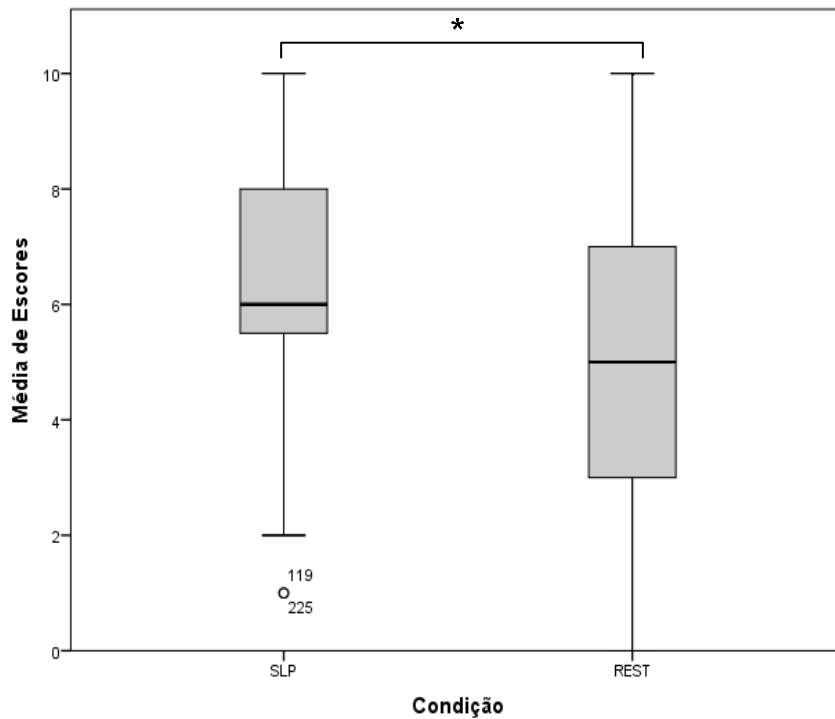


Figura 5. Boxplot da média dos escores dos testes das oito semanas de coleta dos estudantes quando relataram dormir metade do tempo ou mais (SLP) ou menos da metade do tempo (REST). *p=0,007

Comparação entre os grupos CTRLr e CTRLs.

O grupo CTRLr (n=32) teve média maior do que o grupo CTRLs (n=87), e o teste de Mann-Whitney bidirecional indicou que esta diferença não é significativa (U=1366,000, p=0,877) (Figura 6).

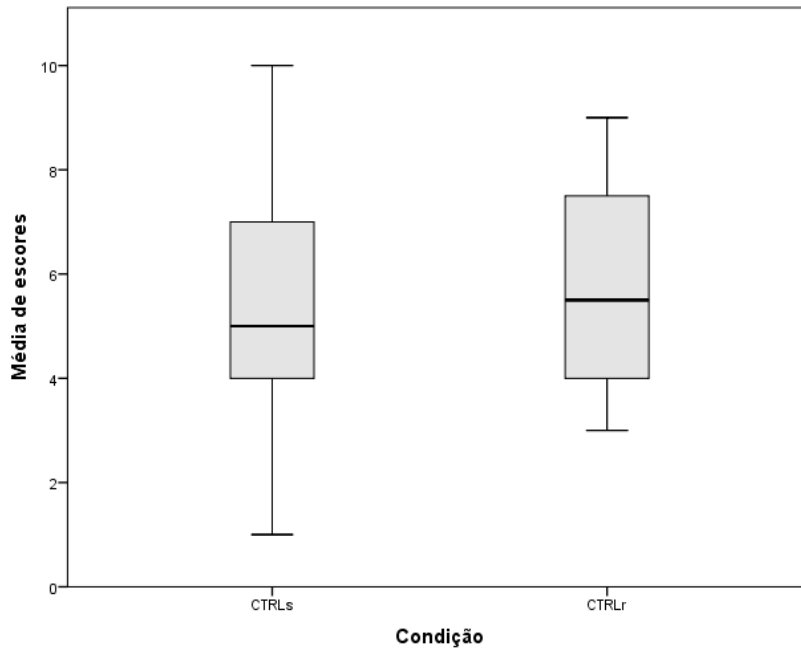


Figura 6. Boxplot da média dos escores dos testes das oito semanas de coleta obtidos nas aulas associadas ao conteúdo B, onde CTRLs é o controle da semana em que relataram dormir metade do tempo ou mais e CTRLr é o controle da semana em que relataram dormir menos da metade do tempo.

Comparação entre os grupos NREST e NSLP.

O grupo NREST teve média menor do que o grupo NSLP, e o teste de Mann-Whitney bidirecional indicou que esta diferença não é significativa ($U=1257,000$, $p=0,417$) (Figura 7).

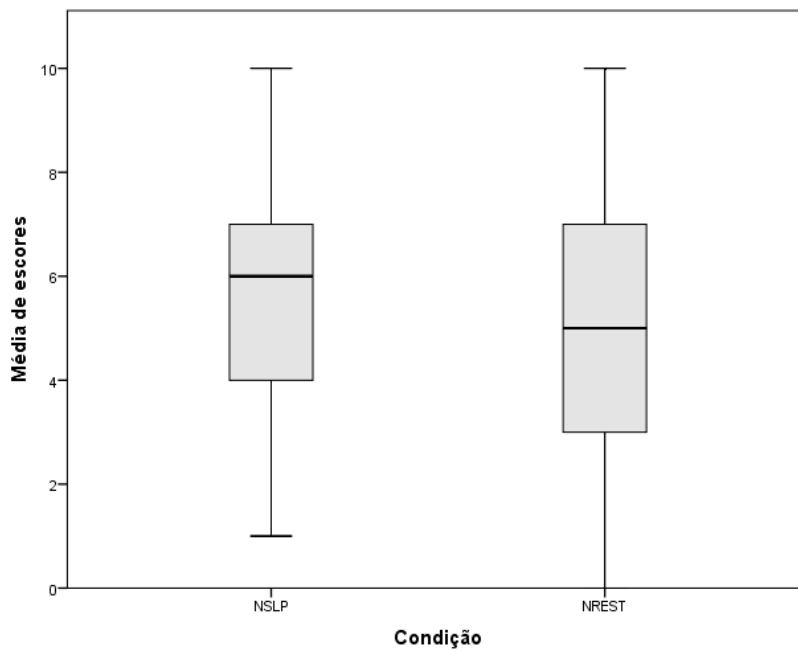


Figura 7. Boxplot da média dos escores dos testes das oito semanas de coleta, onde NREST e NSLP funcionam como controles dos grupos REST e SLP.

Comparação entre os grupos REST, CTRLr e NREST

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov dentro dos grupos REST (n=32), CTRLr (n=32) e NREST(n=32), e os dados apresentam distribuição paramétrica ($p>.05$). O teste de homogeneidade de variâncias de Levene não foi significativo ($p>.05$) e a ANOVA de um fator (One Way) não indicou diferença entre os grupos, $F(2,93) = 0,767$, $p=.467$ (Figura 8).

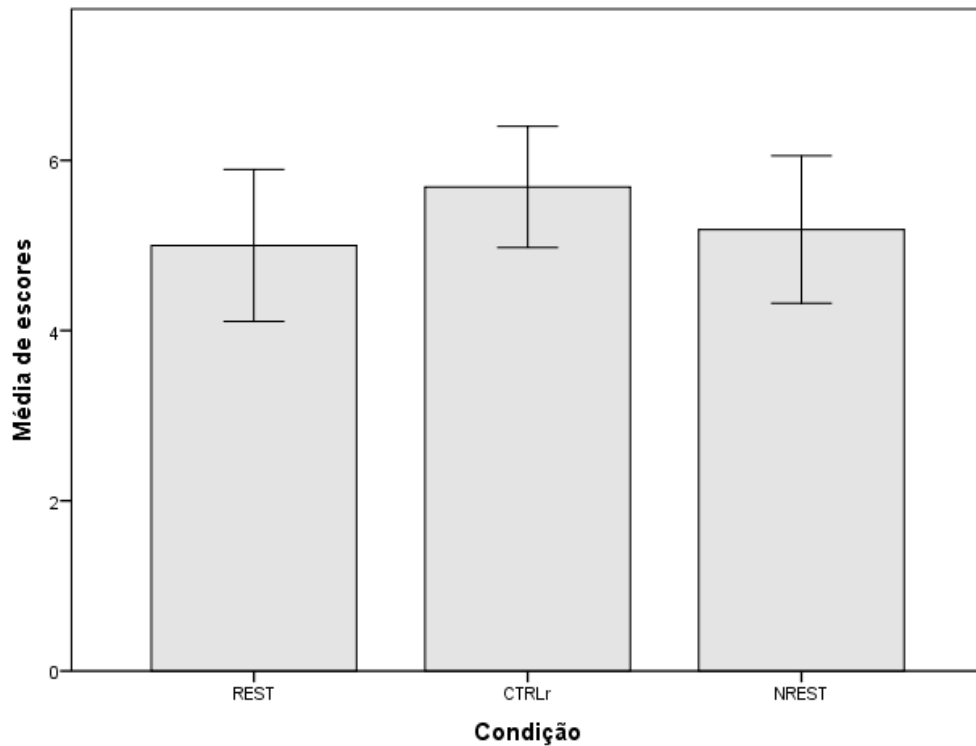


Figura 8. Gráfico de barras da média dos escores dos testes das oito semanas de coleta obtidos pelos estudantes quando relataram dormir menos de 30 minutos (REST) ou nas condições controle, em que não tinham a possibilidade de cochilar (CTRLr e NREST).

Comparação entre os grupos SLP, CTRLs e NSLP

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov dentro dos grupos SLP (n=87), CTRLs (n=87) e NSLP (n=87), e os dados não apresentam distribuição paramétrica ($p < .05$). O teste de Kruskal-Wallis indicou diferença entre os escores dos grupos ($H(2)=7,542$, $p=.023$). Como post hoc, testes de Mann-Whitney foram realizados e a correção de Bonferroni foi aplicada, sendo todos os efeitos testados no nível 0,0167 de significância. A comparação SLP e CTRLs apresentou diferença significativa ($U=2920,000$, $p=.008$), enquanto a comparação entre os grupos SLP e NSLP ($U=3099,000$, $p=.037$) e a comparação entre os grupos CTRLs e NSLP ($U=3690,000$, $p=.775$) não obtiveram diferença significativa (Figura 9).

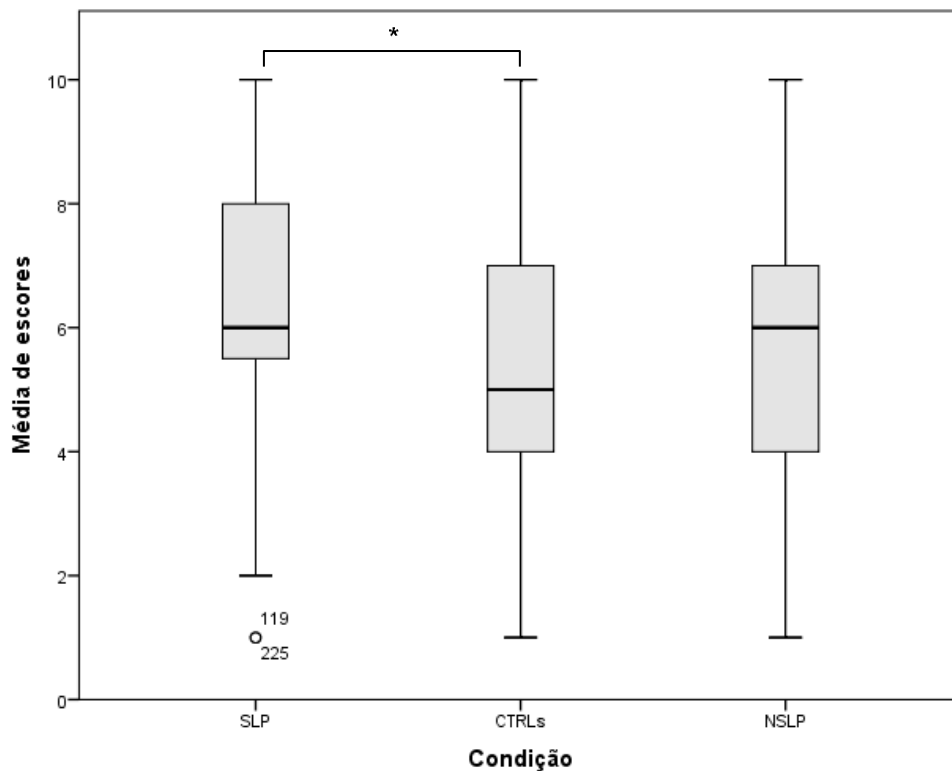


Figura 9. Boxplot da média dos escores dos testes das oito semanas de coleta obtidos pelos estudantes quando relataram dormir um tempo igual ou maior do que 30 minutos (SLP) ou nas condições controle, em que não tinham a possibilidade de cochilar (CTRLs e NSLP). * $p=0,008$.

Comparação por disciplina

Ciências:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e os escores apresentaram distribuição paramétrica ($p > 0,05$). O teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou que os escores apresentam homogeneidade ($p > 0,05$). A ANOVA de um fator (One Way) dos escores da disciplina de Ciências ($n=29$) indicou diferença entre os grupos $F(2,84)=4,873$, $p=0,01$. Como post hoc para os escores da disciplina de Ciências realizamos o Teste T de medidas independentes, e a correção de Bonferroni foi aplicada, sendo todos os efeitos testados no nível 0,0167 de significância. Em média, os escores do grupo SLP ($M=6,69$, $EP=0,351$) são maiores do que os do grupo CTRL ($M=5,10$, $EP=0,401$). Essa diferença foi significativa $t(56)=2,975$, $p=0,004$. Em média, os escores do grupo SLP ($M=6,69$, $EP=0,351$) são maiores do que os do grupo NSLP ($M=6,10$, $EP=0,334$). Essa diferença não foi significativa $t(56)=1,259$, $p=0,232$. Em média, os escores do grupo CTRL ($M=5,10$, $EP=0,401$) são menores do que os do grupo NSLP ($M=6,10$, $EP=0,334$). Essa diferença não foi significativa $t(56)=-1,915$, $p=0,061$ (Figura 10).

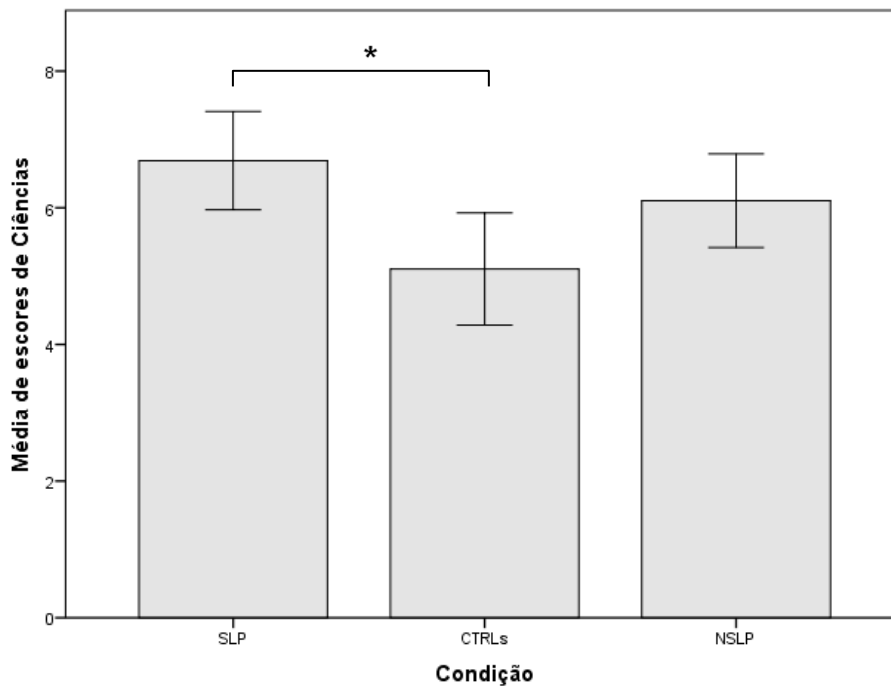


Figura 10. Gráfico de barras da média dos escores dos testes de Ciências (3 primeiras semanas), onde os estudantes tiveram a oportunidade de cochilar após a aula e dormiram 30 minutos ou mais (SLP) ou nas condições controle, em que não tinham a possibilidade de cochilar (CTRLs e NSLP).

História

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e os escores apresentaram distribuição paramétrica ($p > 0,05$). O teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou que os escores associados à disciplina de História não ($p < 0,05$). Como os escores relativos à disciplina de História ($n=43$) não são homogêneos, realizamos o teste F de Welch, que não apresentou diferença significativa ($p=0,071$) (Figura 11).

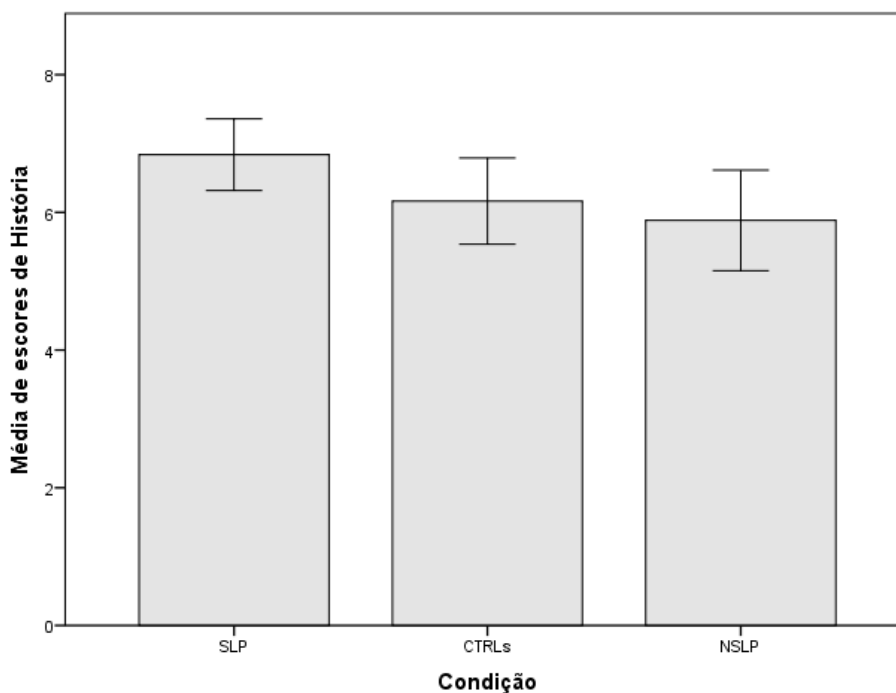


Figura 11. Gráfico de barras da média dos escores dos testes de História (4^a, 5^a e 6^a semanas), onde os estudantes tiveram a oportunidade de cochilar após a aula e dormiram 30 minutos ou mais (SLP) ou nas condições controle, em que não tinham a possibilidade de cochilar (CTRLs e NSLP).

Geografia

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e os escores apresentaram distribuição paramétrica ($p > 0,05$). O teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou que os escores associados à disciplina Geografia apresentam homogeneidade ($p > 0,05$). A ANOVA de um fator (One Way) dos escores da disciplina de Geografia ($n=15$) não indicou diferença entre os grupos $F(2,42)=.710$, $p=0,498$ (Figura 12).

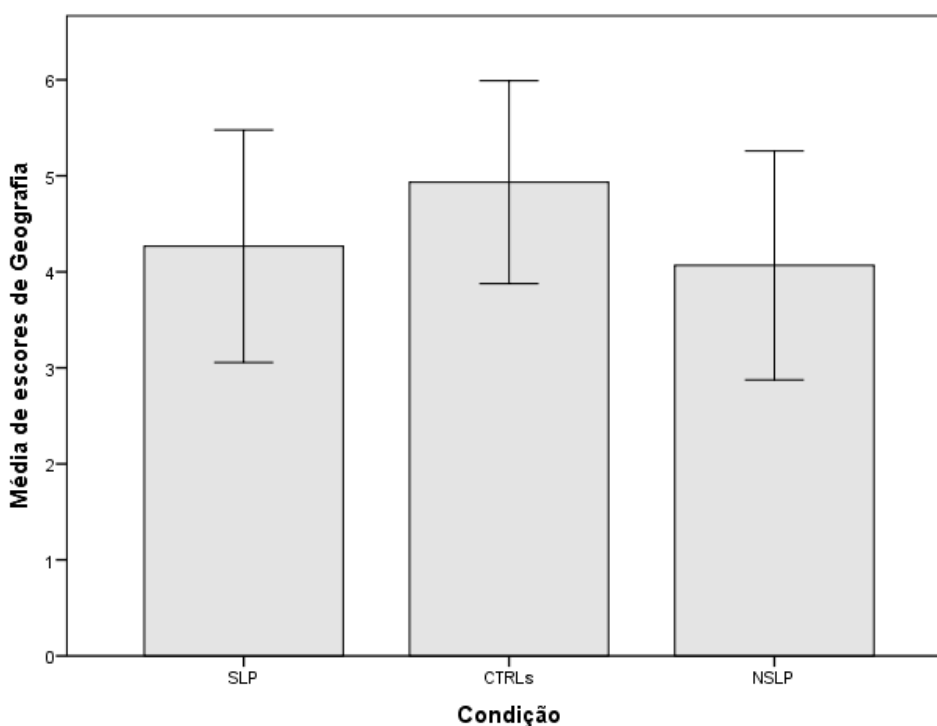


Figura 12. Gráfico de barras da média dos escores dos testes de Geografia (7^a e 8^a semana), onde os estudantes tiveram a oportunidade de cochilar após assistir a aula e dormiram 30 minutos ou mais (SLP) ou nas condições controle, em que não tinham a possibilidade de cochilar (CTRLs e NSLP).

Escores transformados

Não houve diferença entre os gêneros em nenhuma das três condições experimentais. Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e ambos os gêneros apresentam escores paramétricos ($p > 0,05$). Realizamos três testes T

independentes para comparar os gêneros nas três condições experimentais. Na condição SLP, as meninas ($M=0,687$, $E.P.=0,037$), apresentam médias superiores à dos meninos ($M=.598$, $E.P.=0,039$), mas essa diferença não é significativa $t(85)=1,597$, $p=0,114$. Na condição CTRLs, as meninas ($M=0,552$, $E.P.=0,047$), apresentam médias superiores à dos meninos ($M=0,455$, $E.P.=0,042$), mas essa diferença não é significativa $t(85)=1,512$, $p=0,134$. Na condição NSLP, as meninas ($M=0,497$, $E.P.=0,052$), apresentam médias superiores à dos meninos ($M=0,556$, $E.P.=0,043$), mas essa diferença não é significativa $t(85)=-0,861$, $p=0,392$.

Comparação entre os grupos REST ($n=32$) e SLP ($n=87$).

O teste de Kolmogorov-Smirnov indicou que as amostras são não-paramétricas ($p<0,05$). O Teste de Mann-Whitney indicou que os escores do grupo SLP são superiores, e que esta diferença é significativa ($U=1032,500$, $p=0,03$) (Figura 13).

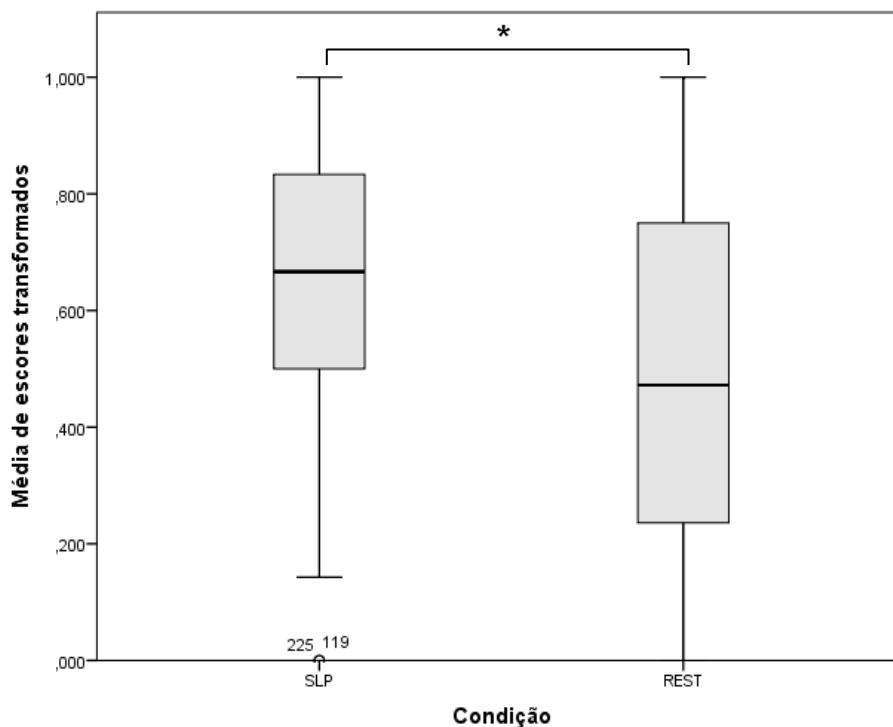


Figura 13. Boxplot da média dos escores dos testes das oito semanas de coleta dos estudantes quando relataram dormir metade do tempo ou mais (SLP) ou menos da metade do tempo (REST). * $p=0,03$.

CTRLr x CTRLs

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e os escores são paramétricos ($p > 0,05$). Realizamos o teste T de medidas independentes e em média os escores do grupo CTRLr ($n=32$, $M=0,518$, $E.P=0,047$) são superiores à do grupo CTRLs ($n=87$, $M=0,496$, $E.P=0,031$). Esta diferença não é significativa $t(1)=-0,359$, $p=0,720$ (Figura 14).

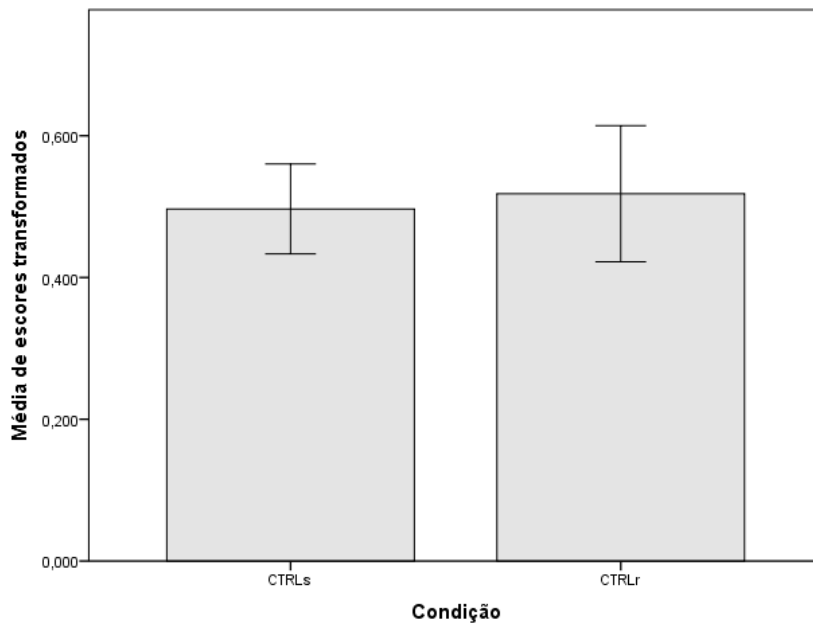


Figura 14. Gráfico de barras da média dos escores transformados das oito semanas de coleta obtidos nas aulas associadas ao conteúdo B, onde CTRLs é o controle da semana em que relataram dormir metade do tempo ou mais e CTRLr é o controle da semana em que relataram dormir menos da metade do tempo.

NSLP x NREST

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e os escores são paramétricos ($p > 0,05$). Realizamos o teste T de medidas independentes e em média os escores do grupo NREST ($n=32$, $M=0,531$, $E.P=0,033$) são inferiores à do grupo NSLP ($n=87$, $M=0,503$, $E.P=0,061$). Esta diferença não é significativa $t(1)=0,343$, $p=0,678$ (Figura 15).

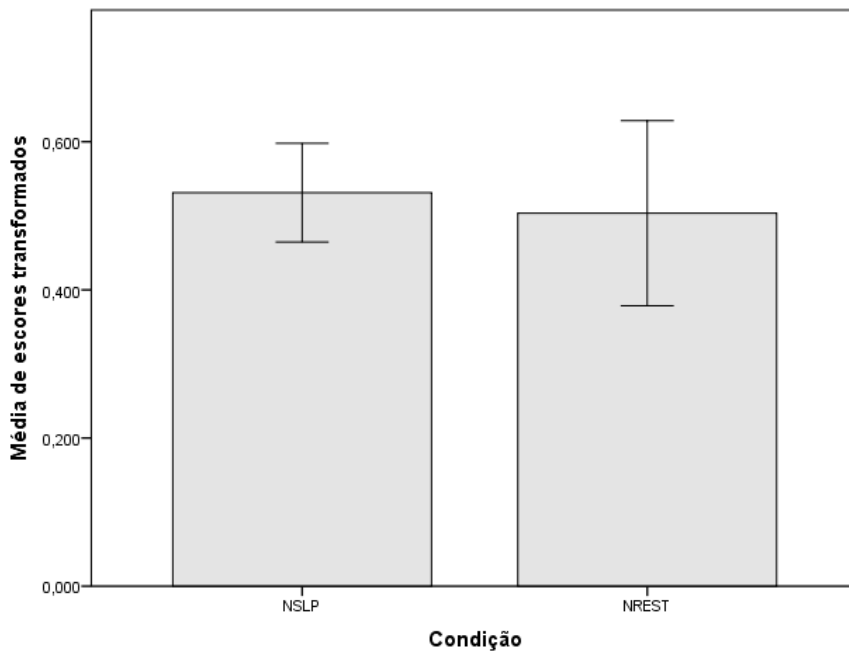


Figura 15. Gráfico de barras contendo a média de escores transformados das oito semanas de coleta, onde NREST e NSLP funcionam como controles dos grupos REST e SLP.

Comparação entre os grupos REST, CTRLr e NREST

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov dentro dos grupos REST (n=32), CTRLr (n=32) e NREST (n=32), e os dados apresentam distribuição paramétrica ($p>.05$). O teste de homogeneidade de variâncias não foi significativo ($p>.05$) e a ANOVA de um fator (One Way) não indicou diferença entre os grupos, $F(2,93)=0,046$, $p=.955$ (Figura 16).

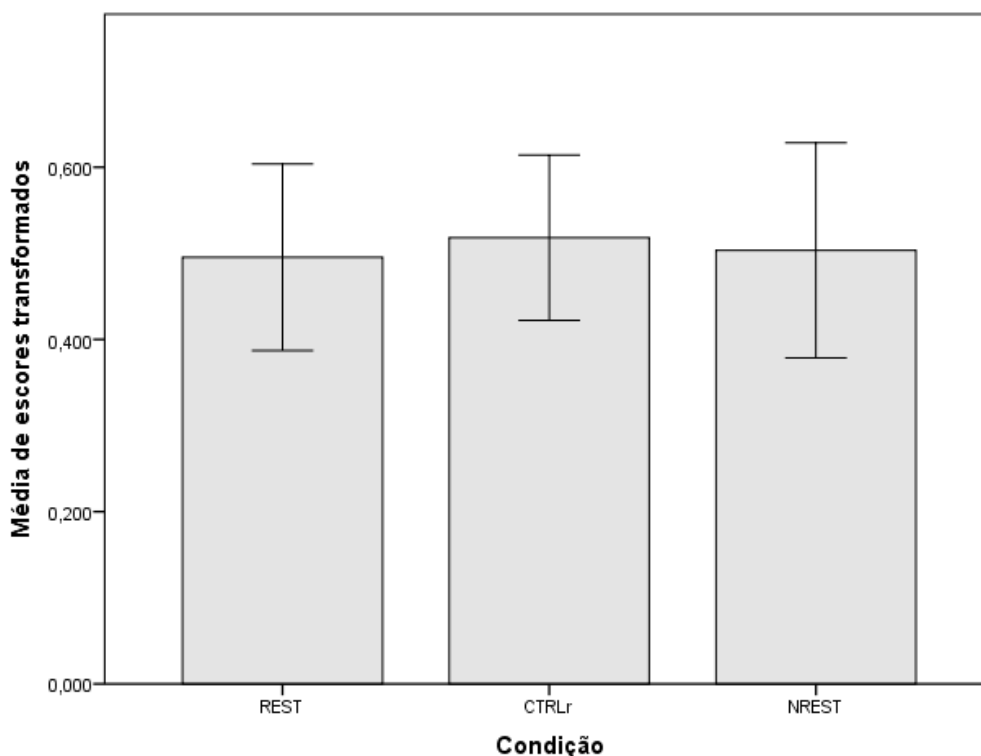


Figura 16. Gráfico de barras da média dos escores transformados dos testes das oito semanas de coleta obtidos pelos estudantes quando relataram dormir menos de 30 minutos (REST) ou nas condições controle, em que não tinham a possibilidade de cochilar (CTRLr e NREST).

Comparação entre os grupos SLP, CTRLs e NSLP

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov dentro dos grupos SLP (n=87), CTRLs (n=87) e NSLP (n=87), e os dados apresentam distribuição paramétrica ($p>.05$). O teste de Homogeneidade de variâncias de Levene não foi significativo ($p>.05$) e a ANOVA de um fator (One Way) indicou diferença entre os grupos, $F(2,258) = 5,42$, $p=.005$. Como post hoc realizamos o Teste T

de medidas independentes, e a correção de Bonferroni foi aplicada, sendo todos os efeitos testados no nível 0,0167 de significância. Em média, os escores do grupo SLP (M=.636, EP=.0279) são maiores do que os do grupo CTRL (M=.496, EP=.0318). Essa diferença foi significativa $t(2)=3,29$, $p=.001$. Em média, os escores do grupo SLP (M=.636, EP=.0279) são maiores do que os do grupo NSLP (M=.531, EP=.0335). Essa diferença foi marginalmente significativa $t(2)=2,40$, $p=.017$. Em média, os escores do grupo CTRLs (M=.496, EP=.0318) são menores do que os do grupo NSLP (M=.531, EP=.0335). Essa diferença não foi significativa $t(2)=-,746$, $p=.457$ (Figura 17).

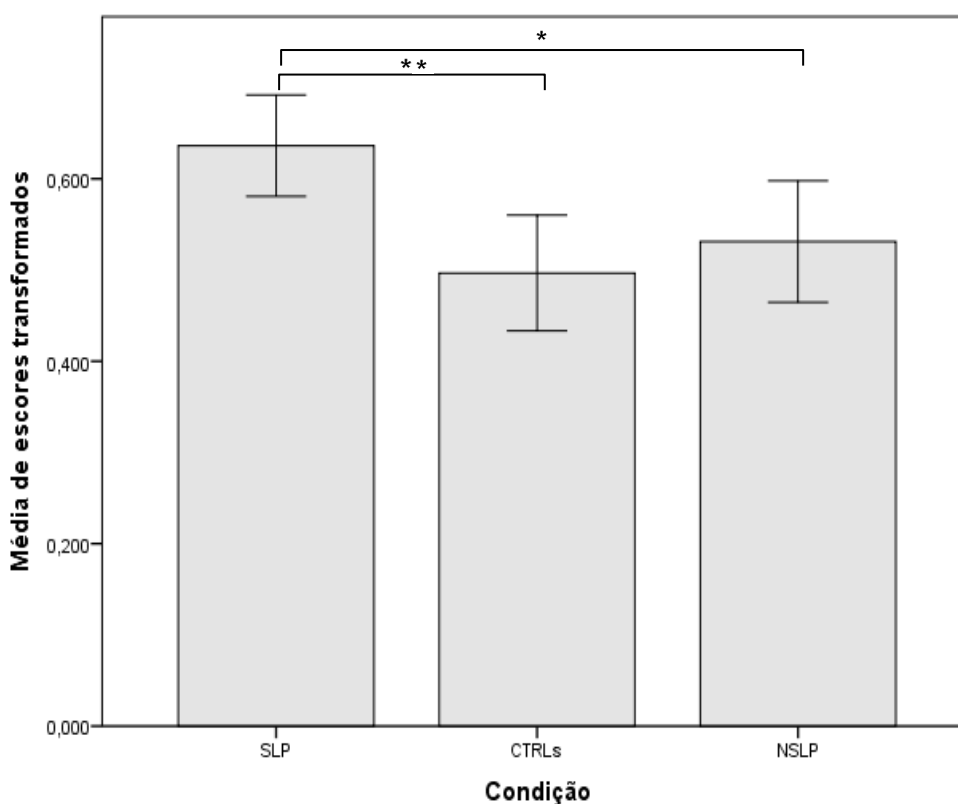


Figura 17. Gráfico de barras da média dos escores transformados dos testes das oito semanas de coleta obtidos pelos estudantes quando relataram dormir um tempo igual ou maior do que 30 minutos (SLP) ou nas condições controle, em que não tinham a possibilidade de cochilar (CTRLs e NSLP). * $p=0,001$; ** $p=0,017$.

Comparação entre as disciplinas

Ciências:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e os escores de Ciências apresentam distribuição paramétrica ($p>0,05$). O teste de homogeneidade de

variâncias de Levene indicou que os escores associados à disciplina de Ciências apresentam homogeneidade ($p > 0,05$). A ANOVA de um fator (One Way) dos escores da disciplina de Ciências ($n=29$) indicou diferença entre os grupos $F(2,84)=3,423$, $p=0,037$.

Como post hoc para os escores da disciplina de Ciências realizamos o Teste T de medidas independentes, e a correção de Bonferroni foi aplicada, sendo todos os efeitos testados no nível 0,0167 de significância. Em média, os escores do grupo SLP ($M=.680$, $EP=0,0518$) são maiores do que os do grupo CTRL ($M=0,474$, $EP=0,059$). Essa diferença foi significativa $t(56)=2,626$, $p=0,011$. Em média, os escores do grupo SLP ($M=0,680$, $EP=0,052$) são maiores do que os do grupo NSLP ($M=.542$, $EP=0,059$). Essa diferença não foi significativa $t(56)=1,750$, $p=0,086$. Em média, os escores do grupo CTRL ($M=0,474$, $EP=0,059$) são menores do que os do grupo NSLP ($M=0,542$, $EP=0,0590$). Essa diferença não foi significativa $t(56)=-0,820$, $p=0,415$ (Figura 18).

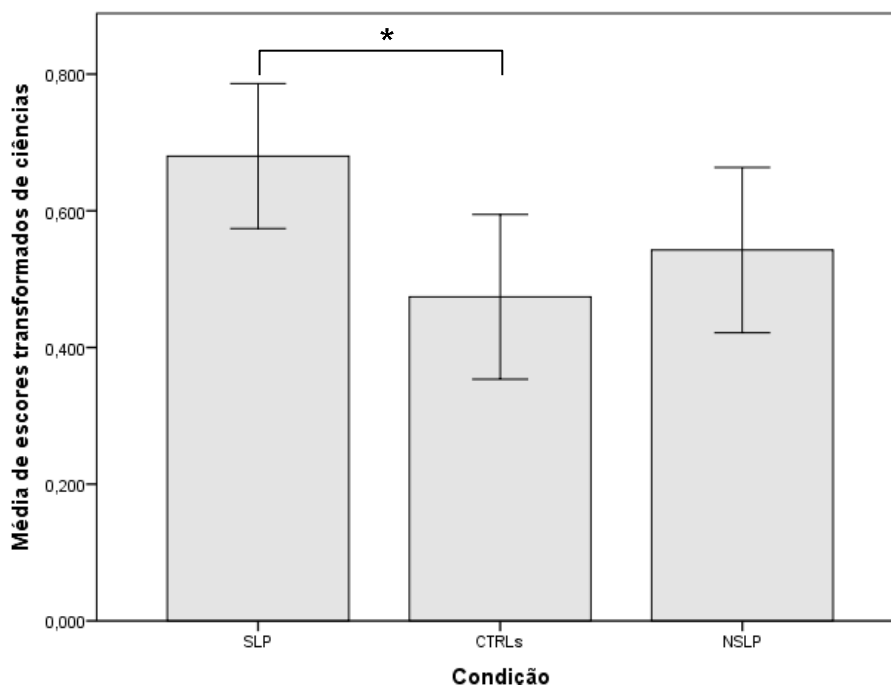


Figura 18. Gráfico de barras da média dos escores transformados dos testes de Ciências (4ª, 5ª e 6ª semanas), onde os estudantes tiveram a oportunidade de cochilar e dormiram 30 minutos ou mais (SLP) ou nas condições controle, em que não tiveram a oportunidade de cochilar após assistir à respectiva aula (CTRLs e NSLP). * $p=0,01$.

História:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e os escores de História (n=43) apresentaram distribuição paramétrica ($p > 0,05$). O teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou que os escores associados à disciplina de História não são homogêneos ($p < 0,05$). Como os escores relativos à disciplina de História (n=43) não são homogêneos, realizamos o teste F de Welch, que apresentou diferença significativa ($p = 0,021$).

Como post hoc para os escores da disciplina de História realizamos o Teste T de medidas independentes, e a correção de Bonferroni foi aplicada, sendo todos os efeitos testados no nível 0,0167 de significância. Em média, os escores do grupo SLP (M=0,655, EP=0,032) são maiores do que os do grupo CTRL (M=.513, EP=0,044). Essa diferença foi significativa $t(84)=2,574$, $p=0,012$. Em média, os escores do grupo SLP (M=0,655, EP=0,032) são maiores do que os escores do grupo NSLP (M=0,540, EP=0,311). Essa diferença foi não significativa $t(84)=2,000$, $p=0,048$. Em média, os escores do grupo CTRL (M=0,513, EP=0,044) são menores do que os do grupo NSLP (M=0,540, EP=0,311). Essa diferença não foi significativa $t(84)=-0,402$, $p=0,689$ (Figura 15).

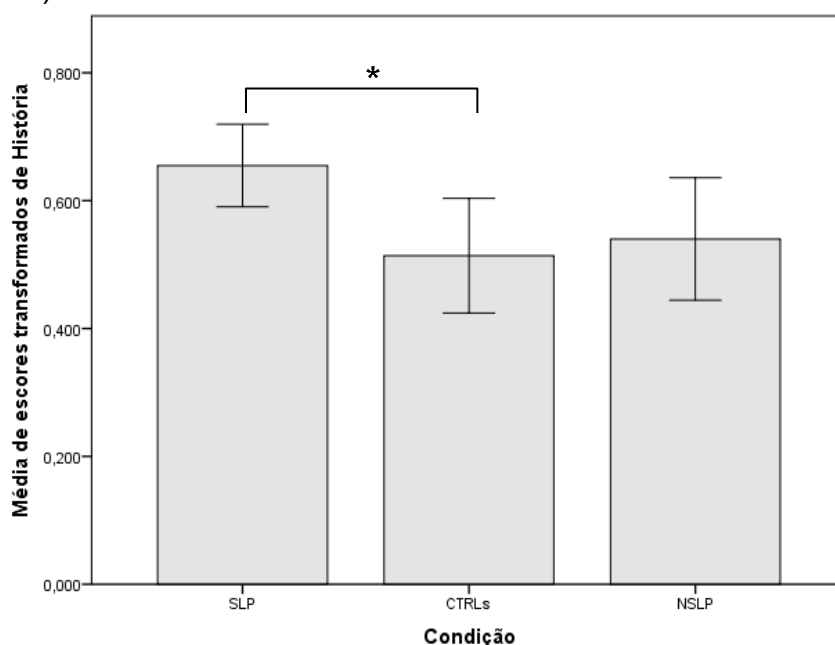


Figura 15. Gráfico de barras da média dos escores transformados dos testes de História (4^a, 5^a e 6^a semanas), onde os estudantes tiveram a oportunidade de cochilar e dormiram 30 minutos ou mais (SLP) ou nas condições em que não tiveram a oportunidade de cochilar após assistir à respectiva aula (CTRLs e NSLP). * $p=0,01$.

Geografia:

Realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov e os escores de Geografia apresentam distribuição paramétrica ($p > 0,05$). O teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou que os escores apresentam homogeneidade ($p > 0,05$). A ANOVA de um fator (One Way) dos escores da disciplina de Geografia ($n=15$) não indicou diferença entre os grupos $F(2,42) = 0,008$, $p = 0,992$ (Figura 16).

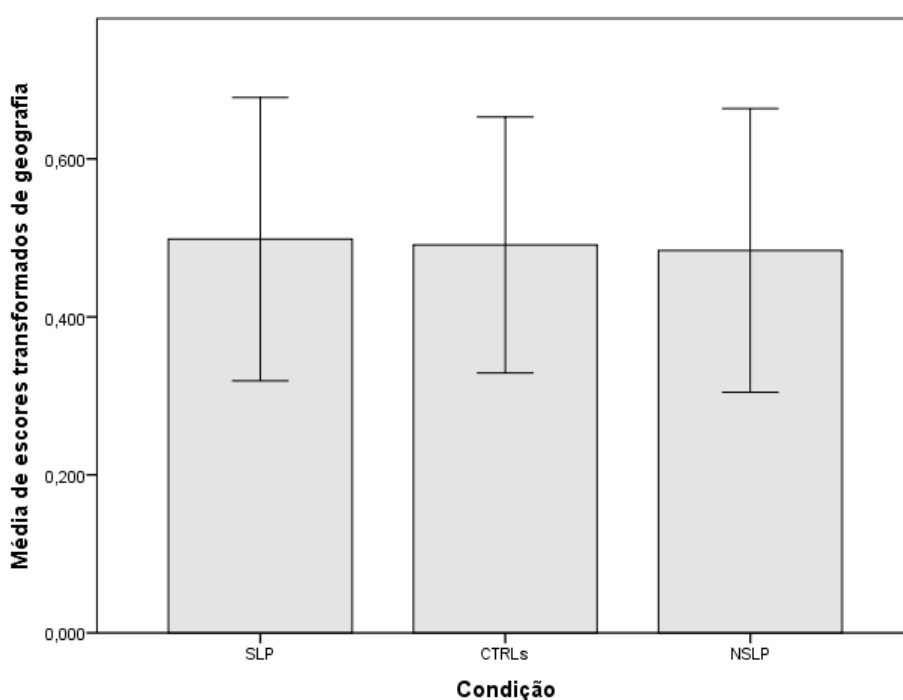


Figura 16. Gráfico de barras da média dos escores dos testes de História (7^a e 8^a semanas), onde os estudantes tiveram a oportunidade de cochilar e dormiram 30 minutos ou mais (SLP) ou nas condições em que não tiveram a oportunidade de cochilar após assistir à respectiva aula (CTRLs e NSLP).

Análises de correlação

A correlação entre o tempo de sono do cochilo vespertino (NapMin) e a média do escore transformado obtido no cochilo com tempo igual ou maior que 30 minutos (SLP) apresentou apenas uma correlação marginalmente significativa, $\tau = 0,315$, ($p = 0,069$). As outras comparações de correlação com o

NapMin (CTRLs: $\tau=.172$, $p=0,321$; NSLP: $\tau=-0,078$, $p=0,656$) não foram significativas.

Não houve correlação entre o número de vezes que o aluno realiza cochilo vespertino por semana (napWeek) e nenhuma das médias de escore transformados (SLPm: $\tau=0,134$, $p=0,437$; CTRLm: $\tau=-0,017$, $p=0,919$; NSLPm $\tau=-0,018$, $p=0,919$).

Não houve correlação entre a quantidade de cochilos por dia (napDay) e nenhuma das médias de escore transformados (SLPm: $\tau=-0,043$, $p=0,806$; CTRLm: $\tau=-0,006$, $p=0,972$; NSLPm $\tau=-0,181$, $p=0,309$).

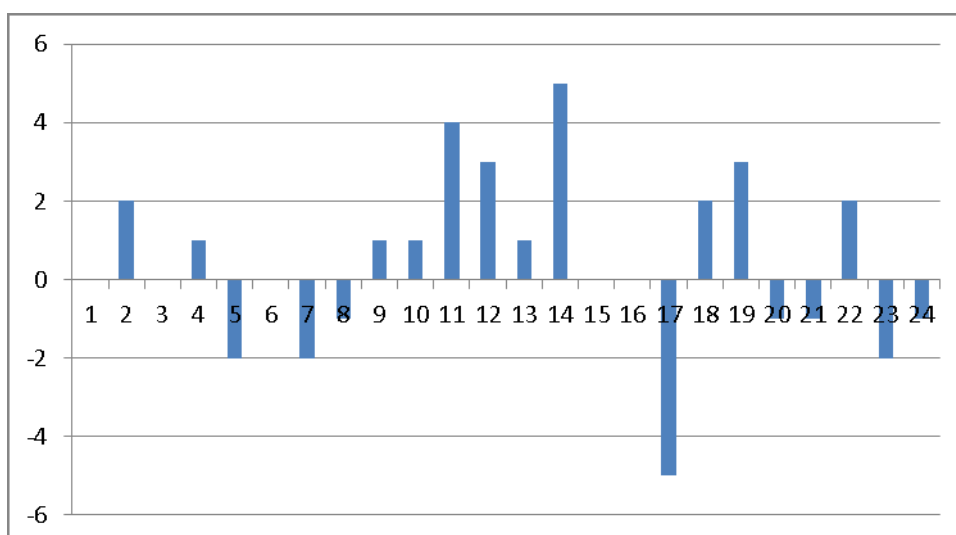


Figura 8. Número de vezes em que o estudante cochilou por mais da metade do tempo na segunda ou terça-feira. O eixo x representa cada estudante e o eixo y representa a diferença entre o número de vezes em que seu escore foi analisado quando dormiu um tempo igual ou maior do que 30 minutos na segunda (números positivos) ou terça-feira (números negativos). Cinco estudantes participaram em um número igual de vezes do grupo SLP na segunda e terça-feira. Oito estudantes participaram mais na terça-feira (eixo y, região inferior do gráfico) do grupo SLP e onze estudantes participaram mais vezes do grupo SLP na segunda-feira (eixo y,

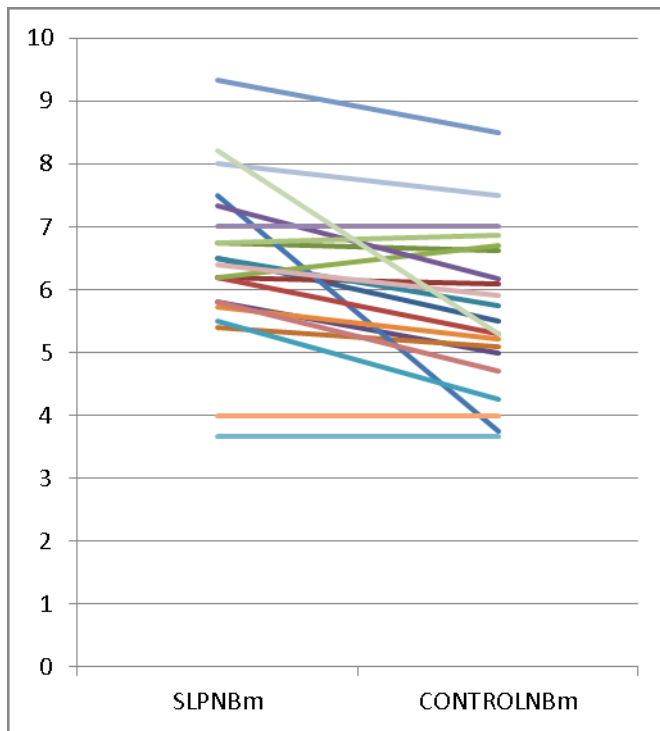


Figura 9. SLPNBm: média dos escores não-transformados de cada estudante no grupo SLP, CONTROLNBm: média da soma dos escores não-transformados de cada estudante nos grupos CTRLs e NSLP. O grupo SLPNBm é maior do que o CONTROLNBm em 76,2% das vezes; igual 14,3% e menor em 9,5% das ocasiões

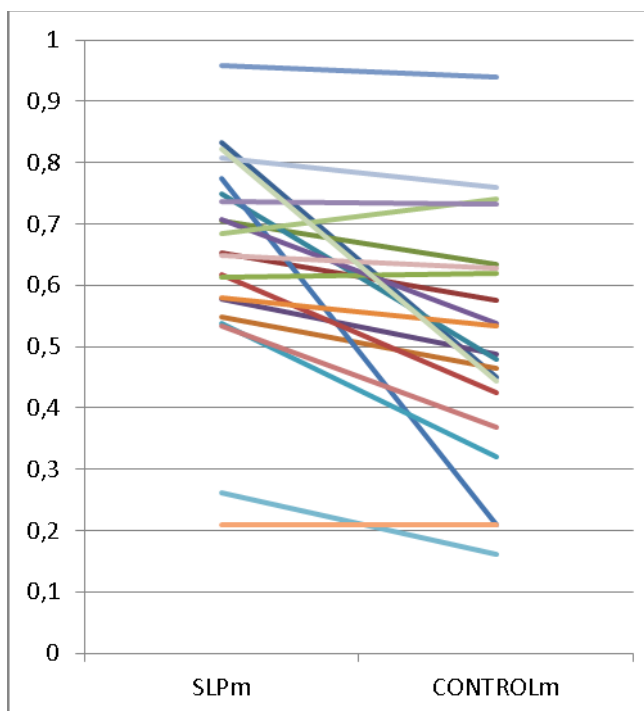


Figura 10. SLPm: média dos escores transformados de cada estudante no grupo SLP, CONTROLm: média da soma dos escores não-transformados de cada estudante nos grupos CTRLs e NSLP. O grupo SLPm é maior do que o CONTROLm em 85,7% das vezes; igual 4,7% e menor em 9,5% das ocasiões.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a influência do cochilo na consolidação de memórias declarativas em estudantes do ensino fundamental dentro de um contexto escolar real. Para tanto, utilizou-se como tarefa o aprendizado de conteúdos curriculares do segundo semestre do 5º ano do Ensino Fundamental. O Ensino Fundamental foi escolhido por apresentar um único professor para todas as disciplinas, facilitando a colaboração e ajustes na grade curricular, para incluir o período de uma hora de cochilo na rotina escolar em dois dias na semana, durante oito semanas. A pesquisa realizada em um contexto escolar real está sujeita à falta de assiduidade dos estudantes, bem como dificuldades maiores como greve de professores, como observado no trabalho de Lemos, Wessheimer & Ribeiro (2013). O tempo que cada estudante dormiu foi calculado com base no relato de cada aluno ao acordar. O cochilo de aproximadamente 60 minutos em geral contém os estágios profundos do sono, os quais estão associados à consolidação de traços de memória declarativa. Tucker & Fishbein (2007) utilizaram um cochilo de aproximadamente 45 minutos em adultos obtendo resultados significativos.

A principal contribuição do cochilo para a consolidação da memória declarativa de longo prazo dos estudantes aconteceu nos estudantes que relataram dormir metade do tempo ou mais. Tanto nos escores não-transformados quanto nos escores transformados observamos uma diferença na quantidade de respostas corretas dos estudantes quando relataram dormir metade do tempo destinado ao cochilo ou mais, e esta diferença foi significativa tanto na comparação com eles mesmos, em outras aulas (CTRLs e NSLP – este último apenas no caso dos escores transformados) quanto com os estudantes que foram cochilar juntos, mas dormiram menos da metade do tempo (REST). Tanto nos escores não-transformados quanto nos escores transformados, não encontramos diferença significativa entre os escores obtidos pelos meninos e meninas.

É possível supor que o cochilo com tempo igual ou maior do que 30 minutos tenha contribuído para a consolidação dos traços de memória codificados durante a aula anterior ao sono, a ponto de que após 3 ou 4 dias, durante a avaliação, o estudante não tenha se “esquecido” destas memórias, ou seja, que elas tenham se consolidado no longo prazo. Estes resultados sugerem que o cochilo de trinta minutos ou mais após o aprendizado de um conteúdo curricular é benéfico para a consolidação de longo prazo de memórias declarativas, e corroboram com Tucker *et al.* (2006), Backhaus (2008) Kopasz et al (2010) e Lemos, Wessheimer & Ribeiro (2013).

O cochilo curto (menor do que 30 minutos) não trouxe benefício para a consolidação de longo prazo para as memórias declarativas. Não foi observada diferença entre os escores não-transformados e transformados dos estudantes quando relataram dormir menos da metade do tempo (REST) e seus controles, os quais não havia a possibilidade de cochilar (CTRLr e NREST), corroborando com resultados encontrados em outros trabalhos (Alger, Lau & Fishbein, 2012, e Lemos, Wessheimer & Ribeiro, 2013). Durante um cochilo com um tempo menor do que 30 minutos, é menos provável que o sujeito consiga entrar na fase N3, em que ocorre o sono de ondas lentas (SWS) do que em um cochilo com duração maior (Rash & Born, 2013). Além disso, como esperado, ao comparar tanto os escores não-transformados quanto os escores transformados dos grupos-controle (CTRLs e CTRLr; NREST e NSLP), observamos que não houve diferença significativa entre ambos.

Os conteúdos curriculares trabalhados pela professora foram Ciências, História e Geografia. Mantivemos as mesmas expectativas das hipóteses feitas para os grupos em geral. Tanto nos escores não-transformados quanto nos escores transformados, os escores associados à disciplina de Ciências foram os que mostraram maior diferença entre os estudantes quando realizavam um cochilo longo em relação aos seus controles, seguido pela disciplina de História, no caso dos escores transformados, e, por fim a disciplina de Geografia, onde não foi observada diferença significativa em nenhum dos casos. É possível que os conteúdos curriculares trabalhados nas aulas tenham afetado o resultado, visto que os conteúdos de ciências eram

relacionados ao sistema reprodutor masculino e feminino, além do sistema sensorial, esquelético e nervoso, enquanto os de Geografia os conteúdos eram as regiões geográficas do Brasil, um conteúdo possivelmente menos interessante ou então já dominado pelos estudantes. Além disso, foram realizadas apenas duas semanas de coleta com a disciplina de Geografia, e dentro destas duas semanas, uma delas, a última, foi a que participou o menor número de estudantes, algo que pode ter impactado no resultado final.

Em recente artigo, Kurdziel, Duclos & Spencer (2013) verificaram que o benefício associado ao aprendizado causado pelo cochilo é maior nos estudantes que já são habituados a cochilar. A análise de correlação entre o tempo de cochilo vespertino e os escores, procurou descobrir se os alunos com maior tempo de cochilo vespertino tirariam maior “proveito” do cochilo durante as aulas, o que aumentaria seu escore no grupo SLPm. No entanto, essa correlação (SLPm x MinSlp) foi apenas marginalmente significativa ($p=0,069$). Apesar disso vale ressaltar que as outras correlações, CTRLmed x MinSlp ($p=0,321$) e NSLPm x MinSlp ($p=0,656$) tiveram, como esperado, nenhuma correlação com o tempo de sono vespertino, o que pode indicar que com um n maior a correlação entre o SLPm e o MinSlp pode passar a ser significativa. As correlações entre quantidade de cochilos por dia e quantidade de cochilos por semana não tiveram correlação com nenhuma das três condições experimentais ($p>0,05$). O que podemos perceber com as análises é que talvez o tempo de cochilo vespertino (NapMin) pode ter mais influência na eficiência do cochilo escolar do que quantas vezes o aluno dorme por dia ou por semana. No entanto é preciso ressaltar que os relatos de cochilo vespertino foram obtidos em um único questionário feito na primeira semana de coleta de dados, portanto seria mais interessante se os estudantes tivessem feito um “diário do sono”, onde relatariam, ao menos nos dias de coleta (segunda e terça-feira) quantas vezes cochilaram e os horários em que foram dormir. Desta maneira teríamos dados mais precisos, como na pesquisa realizada por Sousa et al (2013).

Este estudo possui algumas limitações além do fato de os sujeitos serem todos provenientes de uma única turma de 24 alunos de uma escola pública do

nordeste do Brasil. Os relatos do tempo de sono feitos pelos alunos não são de maneira alguma precisos como os obtidos com um EEG. No entanto, não seria trivial colocar aparelhos de EEG em todas as crianças. A colocação de câmeras na sala para a identificação de movimentos dos estudantes enquanto cochilam seria uma alternativa mais viável, combinada com anotações dos pesquisadores. Uma possível solução mais portátil seria a utilização de aparelhos de actímetro. Estes aparelhos são colocados no pulso e são do tamanho de um relógio. Este dispositivo possui um acelerômetro e registra os movimentos do sujeito, além de, em alguns casos, possuir um indicador da temperatura periférica corporal. As câmeras, as anotações dos pesquisadores, bem como a utilização do actímetro podem auxiliar a avaliação do período de sono da criança, além do relato das mesmas. Não seriam tão precisos quanto o EEG, mas certamente seriam muito mais factíveis de serem utilizados em futuras pesquisas dentro de escolas.

A avaliação da consolidação de memória de longo prazo foi feita através de testes de múltipla-escolha. Uma maneira de aprimorar estes testes seria colocar ao menos uma questão aberta por conteúdo, na qual o avaliador verificaria o número de conceitos escritos pelo aluno como forma de pontuação, pois muitas vezes os testes de múltipla-escolha não tratam de todos os conceitos trabalhados na aula e possivelmente aprendidos pelos alunos. O fato de terem sido trabalhadas apenas três disciplinas é outro fator limitante da pesquisa. Seria interessante verificar se o cochilo favorece diferencialmente a consolidação de memórias de disciplinas diversas como matemática, língua portuguesa e língua estrangeira, por exemplo.

Não houve um critério totalmente randômico na seleção dos alunos para participarem do grupo sono na segunda ou terça-feira, somando-se a isso as faltas dos alunos em algum dos dias da semana fez com que alguns estudantes tenham cochilado mais vezes na segunda ou terça-feira. Isto possivelmente não comprometeu os resultados do presente estudo, mas é algo que pode ser aprimorado em futuras pesquisas.

Embora a maioria dos estudantes se beneficie do cochilo, alguns estudantes parecem se beneficiar mais do que outros. Quanto maior o hábito do cochilo de um sujeito, maior seu benefício para o aprendizado (Kurdziel, Duclos & Spencer, 2013), mas ainda é necessário identificar quais outros fatores influenciam nesta eficiência. Uma possível solução seria avaliar o cronotipo dos estudantes, algo que não foi realizado e é outra limitação do presente estudo. É possível que os estudantes com o cronotipo vespertino, mas que estudam no período matutino, se beneficiem mais do cochilo do que os de cronotipo matutino, pois estes últimos não teriam tanto sono e não cochilariam com a mesma facilidade. Além disso, a aula expositiva, utilizada no presente estudo, é apenas uma dentre diversas maneiras de se aprender um conteúdo, e o modo com que o conteúdo é trabalhado na sala de aula é possivelmente outro fator que influencie a consolidação diferenciada de traços de memória. Novos estudos podem utilizar diferentes técnicas de ensino para avaliar a influência do cochilo na consolidação destes traços de memória.

Um recente estudo de revisão comparando métodos de aprendizagem sugere que fazer testes/exercícios está entre as duas melhores formas de memorizar um conteúdo (Dunlosky *et al.* 2013). Seria interessante descobrir a magnitude da contribuição de um cochilo para a memorização se realizado logo após a realização de diversos testes pelo aluno. Outro fator importante a ser levado em conta para a aplicação do cochilo no contexto escolar é o tempo, pois para o cochilo surtir um efeito positivo na consolidação da memória, nossos dados sugerem que o tempo mínimo seria meia hora de sono. Nos moldes da educação pública atual, seria inviável aplicar meia hora de sono após cada aula, mesmo porque uma parte dos estudantes apenas realiza um cochilo curto, como vimos na nossa pesquisa. No entanto, seria interessante investigar a aplicação do cochilo na última aula do dia escolar, para saber se ele teria um efeito benéfico na consolidação de memórias de todas as aulas anteriores, e a magnitude deste efeito. Além disso, muitos estudos adiando o início das aulas do período matutino foram realizados, indicando um benefício para o aprendizado dos estudantes Kirby, Maggi & D'Angiulli (2011).

É importante salientar que a educação pública brasileira caminha para universalizar o ensino integral em suas escolas, e o turno vespertino é atualmente utilizado para diversas atividades, mais livres do jugo da “grade” curricular. Em um futuro próximo, quando o cochilo for melhor caracterizado, é plenamente possível que seja utilizado durante o turno vespertino de uma escola pública integral, visto que poderiam ser sentidos seus benefícios sem prejuízos para o cronograma escolar. O presente estudo traz evidências do efeito benéfico do cochilo no aprendizado dentro do contexto escolar, no entanto, ainda são necessários mais estudos a respeito do seu papel como ferramenta de auxílio ao aprendizado de conteúdos curriculares para que ele possa, quem sabe, ser utilizado como política pública nas escolas brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alger, S. E., Lau, H., & Fishbein, W. 2012. Slow wave sleep during a daytime nap is necessary for protection from subsequent interference and long-term retention. *Neurobiology of learning and memory* 98(2), 188-96.

Backhaus J, Hoeckesfeld R, Born J, Hohagen F, Junghanns K. 2008. Immediate as well as delayed post learning sleep but not wakefulness enhances declarative memory consolidation in children, 89(1):76–80.

Beijamini, F. & Louzada, F. 2012, Are educational interventions able to prevent excessive daytime sleepiness in adolescents? *Biological Rhythm Research* 43 (6):603-613.

Borbély, A.A. 1982. A two-process model of sleep regulation. *Hum Neurobiol* 1(3):195-204.

Borbély, A.A, Acermann, P. 1999. Sleep homeostasis and models of sleep regulation. *J. Biol. Rhythms*. 14(6):559-70.

- Cajochen, C., Krauchi, K. & Wirz-Justice, A. 2003. Role of Melatonin in the Regulation of Human Circadian Rhythms and Sleep. *Journal of Neuroendocrinology* 15(4):432–437.
- Campbell, S.S., Tobler, I. 2007. Animal sleep: A review of sleep duration across phylogeny. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 8(3):260-300.
- Carskadon, M.A. 1990. Patterns of sleep and sleepiness in adolescents. *Pediatrics*. 17(1):5-12.
- Carskadon, M.A., Harvey, K., Duke, P., Anders, T.A., Litt, I.F., Dement, W.C. 1980. Pubertal changes in daytime sleepiness. *Sleep*. 2(4):453-460.
- Cirelli, C. & Tononi, G. 2000. Differential expression of plasticity-related genes in waking and sleep and their regulation by the noradrenergic system. *J. Neurosci.* 20(24):9187–9194.
- Cooke S.F., Bliss, T.V.P. 2006. Plasticity in the human central nervous system. *Brain* 129(7):1659-1673.
- Crowley, S.J., Acebo, C., Carskadon, M.A. 2007. Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. *Sleep Medicine* 8(6):602-612.
- 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. *Photochem Photobiol.* 34(2):239-47, apud Crowley, S.J., Acebo, C., Carskadon, M.A. 2007. Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. *Sleep Medicine* 8(6):602-612.
- Deci, E., Vallerand, R., Pelletier, L. & Ryan, R. 1991. Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. *Educ. Psychol.* 26(3):325–346.
- Dewasmes, G. *et al.* 1985. Polygraphic and behavioral study of sleep in geese: Existence of nuchal atonia during paradoxical sleep. *Physiol. Behav.* 35(1):67–73.
- Diekelmann, S., Born, J. 2010. The memory function of sleep. *Nature Reviews* 11(2):114-126.

Dijk, D.J., Cajochen, C. 1997. Melatonin and the circadian regulation of sleep initiation, consolidation, structure, and the sleep EEG. *J Biol Rhythms*. 12(6):627–35

Dunlosky, J. Rawson, K.A., Marsh, E.J., Nathan, M.J., Willingham, D.T. Improving student's learning with effective learning techniques:promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*. 14(1) 4-58.

Ellenbogen Jm, Payne Jd, Stickgold R. 2006. The role of sleep in declarative memory consolidation: passive, permissive, active or none? *Curr Opin Neurobiol*. 16 (6), 716 – 722.

Fischer, S., Wilhelm, I., Born, J. 2007. Developmental differences in sleep's role for implicit off-line learning: comparing children with adults. *Journal of Cognitive Neurosciences* 19 (2): 214-27.

Futuyma, D.J. 1986. *Evolutionary biology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Gais, S., Born, J. 2004. Declarative memory consolidation: mechanisms acting during human sleep. *Learning & Memory* 11(6):679-685.

Gabrieli, J.D.E., Corkin, S., Mickel, S.F., & Growdon, J.H. 1993. Intact Acquisition and Long-Term Retention of Mirror-Tracing Skill in Alzheimer's Disease and in Global Amnesia. *Behavioral Neuroscience* 107(6):899-910

Gerrow, K., Thriller, A. 2010. Synaptic stability and plasticity in a floating world. *Current opinion in neurobiology* 20(5):631-639

Gianotti, F., Cortesi, F., Sebastiani, T., Ottaviano, S. 2002. Circadian preference, sleep and daytime behaviour in adolescence. *J. Sleep Research*. 11(3):191-199.

Halberg F. 1960. The 24-hour scale: a time dimension of adaptive functional organization. *Perspect Biol Med*. 3:491–527

- Harper R.M. Frequency changes in hippocampal electrical activity during movement and tonic immobility. *Physiol Behav.* 7(1):55-8, 1971
- Hebb, D. O. 1949. *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory.* New York: Wiley and Sons.
- Hill, C.M., Hogan, A.M., Karmiloff-Smith, A. 2007. To sleep, perchance to enrich learning? *Arch Dis Child* 92(7):637–43.
- Hobson A.J. 1989. *Sleep.* Scientific American. New York: Scientific American Library.
- Kahana, M.J., Sekuler, R., Caplan, J.B. 1999. Human theta oscillations exhibit task dependence during virtual maze navigation. *Nature.* 399(6738):781-4.
- Kilduff, T., Lein, E.S., Iglesia De La, H., Sakurai, T, Fu, Y-H., Shaw, P. 2008. New developments in sleep research: molecular genetics, gene expression. And systems neurobiology. *Journal of Neuroscience* 28(46):11814-11818.
- Kirby, M., Maggi, S., D'Angiulli, A. 2011. School Start Times and the Sleep–Wake Cycle of Adolescents: A Review and Critical Evaluation of Available Evidence. *Educational Researcher* 40(2):56-61.
- Kirov, R., Weiss, C., Siebner, H. R., Born, J., And Marshall, L. 2009. Slow oscillation electrical brain stimulation during waking promotes EEG theta activity and memory encoding. *P. Natl. Acad. Sci. USA.*106(36):15460-5.
- Kopasz, M., Loessl, B., Hornyak, M., Riemann, D., Nissen, C., Piasczyk, H., Voderholzer, U. 2010. Sleep and memory in healthy children and adolescents: a critical review. *Sleep Med Ver.* 14(3):167–177.
- Krauchi, K., Cajochen, C., Werth, E., Wirz-Justice, A. 2000. Functional link between distal vasodilation and sleep-onset latency? *Am J Physiol;* 278(3):R741–R748.
- Kurdziel, L., Duclos, K., Spencer, R.M.C. 2013. Sleep spindles in midday naps enhance learning in preschool children. *PNAS* 110(43):17267-17272.

Lemos, N., Weissheimer, J. Ribeiro, S. 2013. Naps in school can enhance the duration of declarative memories learned by adolescents. *Frontiers in Neuroscience*.

Lestienne, R., Herve-Minvielle, A., Robinson, D., Briois, L. & Sara, S. J. 1997. Slow oscillations as a probe of the dynamics of the locus coeruleus-frontal cortex interaction in anesthetized rats. *J. Physiol. Paris* 91(3):273–284 apud Diekelmann, S., Born, J. 2010. The memory function of sleep. *Nature Reviews* 11(2):114-126.

Lima, P.F., Medeiros, A.L.D, Araújo, J.F. 2002. Sleep-wake pattern of medical students: early versus late class starting time. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 35(11):1373-1377.

Louzada, F. & Menna-Barreto, L. 2003. Sleep-wake cycle expression. In adolescence: influences of social context. *Biological Rhythm Research* 35(2):153-157.

Louzada, F. & Menna-Barreto, L. 2004. Sleep-wake cycle in rural populations. *Biological Rhythm Research* 35(1/2):153-157.

Louzada, F., Silva, A.G.T., Peixoto, C.A.T., Menna-Barreto, L. 2008. The adolescence sleep phase delay:causes, consequences, and possible interventions. *Sleep Science* 1(4):49-53.

Maquet, P. 2001. The role of sleep in learning and memory, *Science* 294(5544):1048-1052.

Marshall L, Helgadóttir H, Mölle M, Born J. 2006. Boosting slow oscillations during sleep potentiates memory. *Nature* 444(7119):610–613.

Mednick, S., Nakayama, K., & Stickgold, R. 2003. Sleep-dependent learning: a nap is as good as a night. *Nature Neuroscience* 6(7), 697-8.

Meltzoff A. N., Kuhl P. K., Movellan J., Sejnowski T. J. 2009. Foundations for a new science of learning. *Science* 325(5938):284–288.

Moore, R.Y. 1992. The organization of the human circadian system. *Progress in Brain Research*. Elsevier Science Publishers. 93:101-117.

Ohayon, M.M., Carskadon, M.A., Guilleminault, C., Vitiello, M.V. 2004. Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: Developing normative sleep values across the human lifespan. *Sleep* 27(7):1255–1273 apud Kurdziel, L., Duclos, K., Spencer, R.M.C. 2013. Sleep spindles in midday naps enhance learning in preschool children *PNAS* 110(43):17267-17272.

Oliveira, M.G.M., Bueno, O.F.A. 1993. Neuropsicologia da Memória Humana. *Psicologia USP, S. Paulo* 4 (1/2):117–138.

Owens, J.A., Belon, K., Moss, P. 2010. Impact of Delaying School Start Time on Adolescent Sleep, Mood, and Behavior. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* 164(7):676-7.

Peyron, C. *et al.* 2000. A mutation in a case of early onset narcolepsy and a generalized absence of hypocretin peptides in human narcoleptic brains. *Nat Med* 6(9):991–997 apud Kilduff, T., Lein, E.S., Iglesia De La, H., Sakurai, T, Fu, Y-H., Shaw, P. 2008. New developments in sleep research: molecular genetics, gene expression. and systems neurobiology. *Journal of Neuroscience* 28(46):11814-11818.

Pihl, W., Born, J. 1999. Memory consolidation in human sleep depends on inhibition of glucocorticoid release. *Neuroreport* 10(13):2741 -2747.

Porkka-Heiskanen, T., Alanko, L., Kalinchuk, A. And Stenberg, D. 2002. Adenosine and sleep. *Sleep Med. Rev.* 6(4):321–332.

Rasch, B., Buchel, C., Gais, S., Born, J. 2007. Odor cues during slow-wave-sleep prompt declarative memory consolidation. *Science* 315(5817):1426-1429.

Rasch, B., Born, J. 2013. About Sleep's Role in Memory. *Physiological Reviews* 93(2):681-766.

Ribeiro, S., Goyal, V., Mello, C.V., Pavlides, C. 1999. Brain Gene Expression During REM Sleep Depends on Prior Waking Experience. *Learning & Memory* 6(5):500-508.

Ribeiro, S., Mello, C.V., Velho, T., Gardner, T.J., Jarvis, E.D., Pavlides, C. 2002. Induction of hippocampal long-term potentiation during waking leads to increased extrahippocampal zif-268 expression during ensuing rapid-eye-movement sleep. *J Neurosci.* 22(24):10914-23.

Ribeiro, S, Mota-Rolim, S. 2013. Bases Biológicas da Atividade Onírica, 2013. In PINTO, R.L. (org). O Sono e seus Transtornos – do diagnóstico ao tratamento, Ed. Atheneu.

Ribeiro S., Nicolelis M.A.L. Reverberation, Storage and Post-Synaptic Propagation of Memories During Sleep. 2004. *Learn. Mem.* 11(6):686–696.

Ribeiro, S., Nicolelis, M.A.L., 2007. The evolution of neural systems for sleep and dreaming. Elsevier 1:1-14.

Ribeiro, S., Shi, X., Engelhard, M., Zhou, Y., Zhang, H., Gervasoni, D., Lin, Shih-Chieh, Wada, K., Lemos, N.A.M., Nicolelis, M.A.L. 2007. Novel experience induces persistent sleep-dependent plasticity in the cortex but not in the hippocampus. *Frontiers in Neuroscience* 1(1):43-55.

Ribeiro, S., Stickgold, R. 2014. Sleep and School Education. *Trends in Neuroscience and Education.*

Roenneberg, T. Kuehnle, T. Pramstaller, P. P. Ricken J. Havel, M. Guth, A, Mero, M. 2005. A marker for the end of adolescence. *Current Biology.*14 (24):1038-1039.

Satinoff, E. 1988. Thermal influences on rapid-eye-movement sleep. In: *Clinical Physiology of Sleep* (eds. R. Lydik, and J. F. Biebuyck), American Physiological Society 135–144. apud Ribeiro, S., Nicolelis, M.A.L. 2007. The evolution of neural systems for sleep and dreaming. Elsevier 1:1-14.

Sigman, M., Peña, M., Goldin, A.P., Ribeiro, S. 2014. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience* 17(4):497-502.

Sousa, I.C., Araújo, J.F., 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* 5:251-258.

Sousa, I.C., Louzada, F.M., Azevedo, C.V.M. 2009. Sleep-wake cycle irregularity and daytime sleepiness in adolescents in schooldays and on vacation days 2(1)30-35.

Sousa, I.C., Souza, J.C., Louzada, F.M., Azevedo, C.V.M. 2013. Changes in sleep habits and knowledge after an educational sleep program in 12th grade students. *Sleep and Biological Rhythms* 11(3):144-153.

Stewart, M., Fox, S.E. Human theta, reply to comments. 1991. *TINS* 14(4):139-40.

Szymczak, J. T. 1987. Distribution of sleep and wakefulness in 24-h light-dark cycles in the juvenile and adult magpie, *Pica pica*. *Chronobiologia* 14(3):277-287.

Szymusiak, R., Alam, M. N. & Mcginty, D. 1999. Thermoregulatory control of the nonREM-REM sleep cycle. In: *Rapid-Eye-Movement Sleep* (eds. B. N. Mallick, and S.Inoue), 301-314.

Takahashi, M. 2003. The role of prescribed napping in sleep medicine. *Sleep Medicine Reviews* 7(3):227-235.

Tononi, G., Cirelli, C. 2006. Sleep Function and synaptic homeostasis, *Sleep Medicine Reviews* 10(1):49-62.

Tucker, M.A., Fishbein, W. 2007. Enhancement of Declarative Memory Performance Following a Daytime Nap Is Contingent on Strength of Initial Task Acquisition, *Sleep* 31(2):197-203.

Tucker, M.A., Hirota, Y., Wamsley, E.J., Lau, H., Chaklader, A., Fishbein, W. 2006. A daytime nap containing solely non-REM sleep enhances declarative but not procedural memory. *Neurobiol Learn Mem.* 86(2):241-247.

Wagner, U., Gais, S., Haider, H., Verleger, R., Born, J. 2004. Sleep inspires insight. *Nature* 427(6972):352-5.

Wahlstrom, K. 2002. Changing Times: Findings From the First Longitudinal Study of Later High School Start Times. *NASSP Bulletin* 86(663):3-21.

Wahlstrom, K. L., & Freeman, C. M. 1997. School start time study: Preliminary report of findings. Minneapolis, MN: University of Minnesota, Center for Applied Research and Educational Improvement apud Wahlstrom, K. 2002. Changing Times: Findings From the First Longitudinal Study of Later High School Start Times. *NASSP Bulletin* 86(663):3-21.

Wamsley Ej, Perry K, Djonlagic I, Reaven Lb, Stickgold R. 2010. Cognitive replay of visuomotor learning at sleep onset: temporal dynamics and relationship to task performance. *Sleep* 33(1):59–68.

Wehr T.A., Aeschbach D, Duncan W.C. Jr. 2001. Evidence for a biological dawn and dusk in the human circadian timing system. *J Physiol* 535(3):937–951.

Wilhelm, I., Diekelmann, S., Molzow, I., Ayoub, A., Molle, M., Born, J. 2011. Sleep selectively enhances memory expected to be of future relevance. *The Journal of Neuroscience* 31(5):1563-1569.

Wurtman, R.J., Axelrod, J. Phillips, L.S. 1963. Melatonin synthesis in the pineal gland: control by light. *Science*. 142(3595):1071-3.

Wyatt, J.K., Cecco, A.R., Czeisler, C.A., Dijk, D. 1999. Circadian temperature and melatonin rhythms, sleep, and neurobehavioral function in humans living on a 20-h day. *American Physiological Society* 277(4):1152-53.

Xie, L, Kang, H., Xu, Q., Chen, M.J., Liao, Y., Thiyagarajan, M., O'Donnel, J., Christensen, D.J., Nicholson, C., Iliff, J.J., Takano, T., Deane, R., Nedergaard, M. 2013. Sleep drives metabolite clearance from adult brain. *Science* 342(6156):373-377.

Zeitzer, J., Morales-Villagran, A., Maidment, N. T., Behnke, E. J., Ackerson, L.. C., Lopez-Rodriguez, F., Fried, I., Engel, J., Wilson, C. L. 2006. Extracellular adenosine in the human brain during sleep and sleep deprivation: an in vivo microdialysis study. *Sleep* 29(4)455–461.

Zhdanova, I.V., Lynch, H.J., Wurtman, R.J. 1997. Melatonin: a sleep-promoting hormone. American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society. 20 (10):899-907.

Zisapel, N. 2007. Sleep and sleep disturbances: biological basis and clinical Implications Cell. Mol. Life Sci. 64(10):1174 – 1186.

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Esclarecimentos

Estamos solicitando a você a autorização para que o menor pelo qual você é responsável participe da pesquisa: “Sono e memória no contexto escolar” na Escola Estadual Berilo Wanderley, que tem como pesquisadores responsáveis o Sidarta Tollendal Gomes Ribeiro e Thiago Baptistella Cabral.

Esta pesquisa pretende avaliar se um cochilo de uma hora e meia ajuda o aluno a consolidar a memória do que foi aprendido na aula anterior.

O motivo que nos leva a fazer este estudo é a descoberta de que dormir após aprender algum assunto ajuda a fortalecer a memória. Esta descoberta foi feita através de pesquisas realizadas no laboratório, e ainda são poucos os estudos que apliquem este conhecimento no contexto de sala de aula.

Caso você decida autorizar, ele deverá dormir durante uma hora uma vez por semana após uma aula normal de ciências. Na semana seguinte o aluno é avaliado sobre o que foi aprendido em diferentes aulas da semana anterior. Este processo é realizado oito vezes, totalizando oito semanas.

Durante a realização das aulas e dos cochilos, a previsão de riscos é mínima, pois ele (a) estará o tempo todo dentro da escola, seja assistindo a aulas ou durante os cochilos na biblioteca da escola. Em todos os momentos da pesquisa haverá profissionais da escola acompanhando os pesquisadores e os alunos (as).

Pode acontecer um desconforto durante o cochilo, que será minimizado por meio da compra de colchonetes almofadados para os estudantes se deitarem, e ele(a) terá como benefício uma possível melhora no desempenho acadêmico, pois já foram realizadas pesquisas nas quais as pessoas que tiram um cochilo se lembram mais do que foi aprendido anteriormente. Além disso, o cochilo pode favorecer o que será aprendido nas aulas do mesmo dia após sua realização, pois os estudantes podem aumentar a concentração devido à ausência de cansaço.

É importante esclarecer que toda a pesquisa foi realizada em conjunto com a atual professora dos alunos, Lucia Fraga, como uma forma de garantir que os alunos não tenham prejuízo algum de conteúdo durante a realização pesquisa.

Em caso de algum problema que ele(a) possa ter, relacionado com a pesquisa, ele(a) terá direito a assistência gratuita que será prestada.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Thiago Baptistella Cabral, telefone (84) 9670-4649.

Você tem o direito de recusar sua autorização, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você e para ele(a).

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(a).

Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Se você tiver algum gasto pela participação dele(a) nessa pesquisa, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você.

Se ele(a) sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, ele(a) será indenizado.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa você 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 Sidarta Tollendal Gomes Ribeiro.

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, representante legal do menor _____, autorizo sua participação na pesquisa “Relação entre sono e memória no contexto escolar”.

Esta autorização foi concedida após os esclarecimentos que recebi sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados, por ter entendido os riscos, desconfortos e benefícios que essa pesquisa pode trazer para ele(a) e também por ter compreendido todos os direitos que ele(a) terá como participante e eu como seu representante legal.

Autorizo, ainda, a publicação das informações fornecidas por ele(a) em congressos e/ou publicações científicas, desde que os dados apresentados não possam identificá-lo(a).

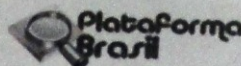
Natal ____/____/ 2013.

Assinatura do representante legal

Assinatura do pesquisador responsável

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO NORTE /
UFRN CAMPUS CENTRAL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Sono e Memória no Contexto Escolar

Pesquisador: SIDARTA RIBEIRO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 19356113.5.0000.5537

Instituição Proponente: Instituto do Cérebro

Patrocinador Principal: CONS NAC DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLOGICO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 461.394

Data da Relatoria: 01/11/2013

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de mestrado vinculado ao Instituto do Cérebro da UFRN. O projeto pretende investigar a influência do sono na consolidação de novas memórias. Será realizado um estudo longitudinal e participarão 30 crianças do 5º ano do Ensino Fundamental I da Escola Estadual Berilo Wanderley. Os participantes deverão dormir durante uma hora uma vez por semana após uma aula normal de ciências naturais. Após acordarem, serão feitas duas perguntas a cada sujeito, uma para saber se ele dormiu e outra para saber quanto tempo ele acha que dormiu. Na semana seguinte a criança será avaliada sobre o que foi aprendido em diferentes aulas da semana anterior. Este processo será realizado oito vezes, totalizando oito semanas. Os instrumentos da pesquisa serão as 30 questões de múltipla escolha acerca do tema da aula de ciências, as duas questões após o sono, e a contabilização da média do número de palavras proferidas pela professora em cada aula. Haverá gravação de voz da professora responsável pelas aulas.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa tem como objetivo primário verificar e mensurar a influência do sono no aprendizado de um conteúdo escolar. O objetivo secundário da pesquisa é verificar se os padrões de consolidação da memória se mantêm no longo prazo através da análise dos escores das crianças nos testes.

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:** cepufn@reitoria.ufrn.br

Jules

Continuação do Parecer: 461.394

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

As aulas e os cochilos serão realizados nas dependências da escola. Pode ocorrer desconforto durante o repouso na biblioteca, que será minimizado com o uso de colchonetes almofadados e tapa-olhos. Outro desconforto pode estar associado ao barulho ou calor e este foi minimizado com a escolha da própria escola, que possui uma biblioteca em um subsolo, separado do restante da escola e com ar condicionado. As crianças podem sentir desconforto com o fato da presença dos pesquisadores, o que será minimizado com a presença de um profissional da escola em todos os momentos da pesquisa, inclusive na biblioteca, com a presença da bibliotecária da escola. Os benefícios superam os riscos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os resultados da pesquisa poderão nortear ações para auxiliar no aprendizado, a partir de melhorias na consolidação da memória.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto submetido à Plataforma Brasil está bem fundamentado. A definição do número amostral se baseou apenas no número de alunos da turma. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE destinado aos responsáveis pelos alunos está adequado. Foi elaborado TCLE para a professora da escola Estadual Berilo Wanderley, que participará do estudo. A carta de anuência, o termo de sigilo, a declaração de não início da pesquisa e o termo para gravação de voz estão adequados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após a revisão ética das respostas às pendências levantadas no parecer anterior, concluímos que as mesmas foram reparadas adequadamente.

Essa adequação situa o protocolo em questão dentro dos preceitos básicos da ética nas pesquisas que envolvem o ser humano.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

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: cepufn@reitoria.ufrn.br

Julia

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 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, 20 de Novembro de 2013

Dulce Almeida

Assinador 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

Questionário do Cochilo Vespertino

Nome: _____

Idade: _____

Data de nascimento: ____/____/_____

1) Horário em que vai dormir: _____

2) Horário em que acorda: _____

3) Quantas vezes por **dia** costuma cochilar/tirar uma
soneca: _____

4) Quanto tempo dura essa soneca? _____

5) Quantas vezes por **semana** costuma cochilar/tirar uma
soneca: _____