

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS
MESTRADO PROFISSIONAL
PSICOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS

VICTOR DE ARAUJO LUZ GALETTO

**ASSOCIAÇÃO ENTRE EXPOSIÇÃO AO MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL,
QUALIDADE DO SONO E DESEMPENHO COGNITIVO DE ADULTOS**

Santos

2025

Victor de Araujo Luz Galetto

**ASSOCIAÇÃO ENTRE EXPOSIÇÃO AO MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL,
QUALIDADE DO SONO E DESEMPENHO COGNITIVO DE ADULTOS**

Dissertação e Produto Técnico apresentados ao curso de pós-graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional em Psicologia, Desenvolvimento e Políticas Públicas da Universidade Católica de Santos para avaliação da banca de Exame de Defesa, etapa esta obrigatória para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Edgar Toschi Dias

SANTOS

2025

[Dados Internacionais de Catalogação]
Departamento de Bibliotecas da Universidade Católica de Santos
Viviane Santos da Silva - CRB 8/6746

G154a Galetto, Victor de Araujo Luz
Associação entre exposição ao material particulado inalável, qualidade de sono e desempenho cognitivo de adultos / Victor de Araujo Luz Galetto ; orientador Edgar Toschi Dias. -- 2025.
138 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica de Santos, Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Psicologia, Desenvolvimento e Políticas Públicas, 2025

Inclui bibliografia

1. Psicologia ambiental. I. Dias, Edgar Toschi. II. Título.

CDU: Ed. 1997 -- 159.9(043.3)

LUZ-GALETTO, V. A. **Associação entre a exposição ao material particulado inalável, qualidade de sono e desempenho cognitivo de adultos**. Santos, 138 fls., 2025. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional, Curso de pós-graduação Stricto Sensu Mestrado Profissional em Psicologia, Desenvolvimento e Políticas Públicas, Universidade Católica de Santos, Santos, 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edgar Toschi Dias (Membro)

Instituição: Universidade Católica de Santos (UNISANTOS)

Profa. Dra. Hilda Rosa Capelão Avoglia (Membro Titular)

Instituição: Universidade Católica de Santos (UNISANTOS)

Prof. Dr. Alfésio Luís Ferreira Braga (Membro Titular)

Instituição: Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Programa: Mestrado Profissional em Psicologia, Desenvolvimento e Políticas Públicas

Área de concentração: Psicologia, Desenvolvimento e Políticas Públicas

Linha de pesquisa: Linha I – Gestão e Práticas Psicológicas em Políticas de Saúde e Assistência Social

Dedico este trabalho, e a pessoa que me tornei no final dele, ao meu marido. A paciência é uma de suas grandes virtudes, e você foi fundamental para que eu conseguisse chegar até aqui.

Dedico este trabalho ao meu orientador, Prof. Dr. Edgar Toschi Dias. O senhor foi um pilar de esperança durante todo o processo.

AGRADECIMENTOS

Durante esses 2 últimos anos, eu vivi muito. Eu vivi e me descobri alguém muito diferente. E sou grato por tudo isso.

Agradeço a Deus pela irradiação de sua luz em minha vida. Durante esse período, passei a enxergar o mistério da vida com otimismo e curiosidade.

Agradeço ao meu marido, que lutou bravamente ao meu lado e contra os fantasmas que me assombram. Eu finalmente entendi que encarar os desafios, não os tornam mais difíceis; muito pelo contrário. Agradeço por nunca ter deixado faltar amor. E eu também o amo muito.

Agradeço ao Prof. Dr. Edgar Toschi Dias por tudo. O senhor fez o que nunca vi alguém fazer por um orientando. O senhor acreditou e apostou em mim, quando eu achei que eu mesmo não conseguia mais acreditar. O senhor fez esse projeto acontecer. Agradeço por todo conhecimento compartilhado e por ter me moldado como pesquisador, com muita ética e com sede de evidência científica.

Agradeço aos meus pais e a minha família de nascença, vocês apoiaram meus sonhos com muita naturalidade. Atualmente, e de maneira positiva, eu sou uma pessoa com poucos limites, com isso, quero dizer que dificilmente desisto de um sonho, ainda que seja quase impossível; o “quase” anula completamente a impossibilidade. Eu os amo muito.

Agradeço aos meus sogros e a minha família que me adotou, com um coração capaz de engolir o mundo. Vocês conseguem enxergar o melhor de mim sempre. Agradeço pelo imenso apoio durante esse período. Eu os amo muito também.

Agradeço à Profa. Dra. Luana Carramillo Going, que me impulsionou a iniciar a carreira acadêmica. A senhora foi a faísca extremamente necessária para que eu pudesse estar aqui, completando mais uma etapa transformadora da minha vida.

Agradeço à Secretária Acadêmica Adjunta de Pós-Graduação, Amanda Aparecida Araujo Andrade, que tenho a imensa satisfação de ter como amiga. Você é um ser humano incrível. Agradeço pelo apoio ímpar que você tem oferecido durante esses anos. Você merece as melhores coisas da vida.

Agradeço aos meus amigos e irmãos da vida, por todo carinho e paciência durante esses anos. Agradeço por permanecerem ao meu lado, e conectados pelo coração. Eu amo todos vocês!

*The only way to keep any dream or fantasy intact
and rosy
and perfect
and flawless
is never to try to live it out.*

Amos Oz z''l

LUZ-GALETTO, V. A. **Associação entre a exposição ao material particulado inalável, qualidade de sono e desempenho cognitivo de adultos**. Santos, 138 fls., 2025. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional, Curso de pós-graduação Stricto Sensu Mestrado Profissional em Psicologia, Desenvolvimento e Políticas Públicas, Universidade Católica de Santos, Santos, 2025.

RESUMO

Introdução: No decorrer do desenvolvimento humano, as mudanças relacionadas ao padrão e a arquitetura do sono atuam fundamentalmente na ampliação e no aprimoramento dos processos cognitivos e comportamentais, tendo como plano de fundo, a maturação cortical. Curiosamente, diante da exposição a níveis concentrados de poluentes do ar, estudos indicam relação entre poluição atmosférica e qualidade do sono. Entre os agentes poluentes, as nanopartículas suspensas no ar podem alcançar regiões corticais, núcleos da base e cerebelo, por meio do nervo olfatório após inalação. Com isso, a exposição crônica à elevadas concentrações de poluentes podem levar ao desencadeamento de processos inflamatórios e à alteração dos níveis de neurotransmissores reguladores dos ciclos do sono, podendo, conseqüentemente, prejudicar a qualidade do sono, encadeado ao potencial impacto na cognição. **Objetivos:** O presente estudo buscou analisar a relação do nível de exposição crônica ao material particulado inalável, sobre o desempenho cognitivo entre adultos, em detrimento da qualidade do sono. **Métodos:** Participaram da pesquisa 56 voluntários, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 35 anos, residentes na Baixada Santista. A exposição ao MP₁₀ foi estimada com base na média dos níveis diários registrados nos 14 dias que antecederam a avaliação neuropsicológica, conforme dados da CETESB. Além de inventários de autorrelato, o padrão de sono foi mensurado por meio de polissonografia domiciliar com sensor portátil (Biologix®). Para avaliação das funções cognitivas e afetivas, foram utilizados instrumentos neuropsicológicos padronizados para inteligência geral (Escala Wechsler Abreviada de Inteligência), memória episódica verbal (Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey), memória episódica visual (Figuras Complexas de Rey), flexibilidade cognitiva (Teste Wisconsin de Classificação de Cartas), funções executivas autorreferidas (Escala de Avaliação de Disfunções Executivas de Barkley), sintomas depressivos (Inventário de Depressão de Beck) e Impulsividade (Escala de Impulsividade de Barratt). **Resultados:** A média de exposição crônica ao MP₁₀ foi de 33±1 µg/m³, indicando exposição crônica elevada. Quanto ao sono, observou-se que a eficiência média do sono foi de 82±1%, saturação periférica de oxigênio de 9±1% e índice de dessaturação de 2,9±1,9 eventos/hora. Em relação ao desempenho cognitivo, os participantes apresentaram escores dentro da normalidade nos principais domínios avaliados tais como inteligência geral (108±1), memória episódica verbal (68±3), memória episódica visual (0,3±0,1) e flexibilidade cognitiva, representada pelo número de erros perseverativos (10±1). As funções executivas autorreferidas, destacam-se os fatores de organização e solução de problemas (47±2), regulação emocional (26±1) e gerenciamento do tempo (42±2). Por fim, em relação aos aspectos afetivos e comportamentais, os participantes apresentaram níveis leves de sintomas depressivos (11±8) e impulsividade global controlada (66±1). Observamos uma correlação inversa e significativa entre a exposição crônica ao MP₁₀ e o índice de velocidade de esquecimento ($\rho = -0,30$; $P = 0,02$), bem como tendência de correlação positiva com impulsividade por desatenção ($\rho = 0,23$; $P = 0,10$). As demais variáveis não apresentaram associações significativas, incluindo a saturação periférica de oxigênio e os domínios cognitivos. **Conclusão:** Os dados sugerem que a exposição crônica ao MP₁₀ pode afetar seletivamente a consolidação da memória episódica verbal e aspectos atencionais, destacando

a importância de se investigar os efeitos neurocognitivos da poluição atmosférica em populações adultas.

Palavras-chave: poluição do ar; exposição crônica; material particulado; sono; funções cognitivas; memória

LUZ-GALETTO, V. A. **Association between exposure to inhalable particulate matter, sleep quality, and cognitive performance in adults.** Santos, 138 pp., 2025. Master's Dissertation – Professional Master's Program, Graduate Program in Psychology, Development and Public Policies, Catholic University of Santos, Santos, 2025.

ABSTRACT

Introduction: During human development, changes related to sleep patterns and architecture fundamentally affect the expansion and improvement of cognitive and behavioral processes, with cortical maturation as a backdrop. Interestingly, studies indicate a relationship between air pollution and sleep quality when individuals are exposed to high concentrations of air pollutants. Among pollutants, airborne nanoparticles can reach the cortical regions, basal ganglia, and cerebellum through the olfactory nerve after inhalation. Thus, chronic exposure to high concentrations of pollutants can trigger inflammatory processes and alter the levels of neurotransmitters that regulate sleep cycles, which can consequently impair sleep quality, leading to a potential impact on cognition. **Objectives:** This study sought to analyze the relationship between chronic exposure to inhalable particulate matter and cognitive performance among adults, to the detriment of sleep quality. **Methods:** Fifty-six volunteers of both sexes, aged between 18 and 35 years, living in Baixada Santista, participated in the study. Exposure to MP_{10} was estimated based on the average daily levels recorded in the 14 days preceding the neuropsychological evaluation, according to data from CETESB. In addition to self-report inventories, sleep patterns were measured by home polysomnography with a portable sensor (Biologix®). To assess cognitive and affective functions, standardized neuropsychological instruments were used for general intelligence (Wechsler Abbreviated Intelligence Scale), verbal episodic memory (Rey Auditory-Verbal Learning Test), visual episodic memory (Rey Complex Figures), cognitive flexibility (Wisconsin Card Sorting Test), self-reported executive functions (Barkley Executive Dysfunction Rating Scale), depressive symptoms (Beck Depression Inventory) and impulsivity (Barratt Impulsivity Scale). **Results:** The mean exposure to MP_{10} was $33 \pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, indicating high chronic exposure. Regarding sleep, the mean sleep efficiency was $82 \pm 1\%$, peripheral oxygen saturation was $9 \pm 1\%$ and desaturation index was 2.9 ± 1.9 events/hour. Regarding cognitive performance, participants presented scores within normal limits in the main domains evaluated, such as general intelligence (108 ± 1), verbal episodic memory (68 ± 3), visual episodic memory (0.3 ± 0.1), and cognitive flexibility, represented by the number of perseverative errors (10 ± 1). Regarding self-reported executive functions, the factors of organization and problem-solving (47 ± 2), emotional regulation (26 ± 1), and time management (42 ± 2) stand out. Finally, regarding affective and behavioral aspects, participants presented mild levels of depressive symptoms (11 ± 8) and controlled global impulsivity (66 ± 1). We observed a significant inverse correlation between chronic exposure to MP_{10} and the forgetting speed index ($\rho = -0.30$; $P = 0.02$), as well as a trend towards a positive correlation with inattentive impulsivity ($\rho = 0.23$; $P = 0.10$). The other variables did not show significant associations, including peripheral oxygen saturation and cognitive domains. **Conclusion:** The data suggest that chronic exposure to MP_{10} may selectively affect the consolidation of verbal episodic memory and attentional aspects, highlighting the importance of investigating the neurocognitive effects of air pollution in adult populations.

Keywords: air pollution; chronic exposure; particulate matter; sleep; cognitive functions; memory

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descritores utilizados, com maior frequência, para a coleta nas bases de dados... 51	51
Tabela 2 - Características da amostra 61	61
Tabela 3 - Características afetivas e comportamentais da amostra 62	62
Tabela 4 - Desempenho da memória episódica da amostra..... 63	63
Tabela 5 - Perfil da flexibilidade cognitiva da amostra. 64	64
Tabela 6 - Desempenho do funcionamento executivo central da amostra. 65	65
Tabela 7 - Correlação entre os níveis médios de saturação parcial de oxigênio durante o sono com variáveis relacionadas ao desempenho cognitivo. 66	66
Tabela 8 - Correlação entre a exposição crônica ao material particulado com diâmetro menor ou igual a dez micrômetros com variáveis relacionadas ao desempenho cognitivo. 66	66
Tabela 9 - Descrição temática dos episódios do <i>podcast</i> Força do Hábito. 83	83
Tabela 10 - Roteiro do primeiro episódio do <i>podcast</i> Força do Hábito. 84	84
Tabela 11 - Roteiro do segundo episódio do <i>podcast</i> Força do Hábito..... 85	85
Tabela 12 - Roteiro do terceiro episódio do <i>podcast</i> Força do Hábito..... 86	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama representativo do período do sono e das variações entre os ciclos	16
Figura 2 - Temperatura média global da superfície.....	23
Figura 3 - Temperatura média da América do Sul	24
Figura 4 - Porcentagem de mortes por cada doença atribuível à poluição atmosférica externa por partículas finas em 2021	26
Figura 5 - Representação das ondas neurais durante o sono e vigília, e exemplificação da arquitetura do sono	29
Figura 6 - Distribuição da atividade de ondas lentas por faixas etárias	44
Figura 7 - Qualidade do ar da cidade de Santos em tempo real.	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 POLUIÇÃO DO AR.....	20
2.1 Interação entre poluição e ambiente	22
2.2 Poluição do ar e saúde.....	25
2.3 Políticas nacionais e internacionais de qualidade do ar	27
3 SONO	28
3.1 Arquitetura do sono	29
3.2 Tempo e regulação do sono	30
3.3 Fisiologia do sono	31
3.4 Condições patológicas do sono	31
3.4.1 Apneia.....	32
3.4.2 Hipoxemia noturna	33
4 FUNÇÕES COGNITIVAS	34
4.1 Processos atencionais	34
4.2 Memória	35
4.2.1 Memória sensorial	35
4.2.2 Memória de trabalho.....	35
4.2.3 Memória de longo prazo	36
4.2.3.1 Memória declarativa, ou explícita.....	36
4.2.3.1.1 Processo de codificação	37
4.2.3.1.2 Processo de armazenamento	37
4.2.3.1.3 Processo de recuperação	37
4.2.3.2 Memória semantica	38
4.2.4 Memória não-declarativa	38
4.2.4.1 Memória processual, ou procedural	38
4.2.4.2 Pré-ativação, ou <i>priming</i>	38
4.2.4.3 Memória prospectiva.....	39
4.3 Funções executivas	39

5 POLUIÇÃO, SONO E COGNIÇÃO	41
5.1 Poluição do ar e distúrbios do sono	41
5.2 Poluição e desenvolvimento cognitivo	42
5.3 Distúrbios do sono e cognição	44
6 JUSTIFICATIVA	47
7 OBJETIVOS	49
7.1 Objetivo geral	49
7.2 Objetivos específicos	49
8 HIPÓTESE INICIAL.....	50
9 METODOLOGIA.....	51
9.1 Pesquisa bibliográfica	51
9.2 Pesquisa de campo.....	52
9.2.1 Apreciação do Comitê de Ética	52
9.2.2 Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)	53
9.2.3 População e amostra	53
9.2.4 Instrumentos	53
9.2.4.1 Bateria de avaliação neuropsicológica	54
9.2.4.1.1 Figuras Complexas de Rey	54
9.2.4.1.2 Escala Wechsler Abreviada de Inteligência.....	54
9.2.4.1.3 Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey.....	54
9.2.4.1.4 Teste Wisconsin de Classificação de Cartas.....	55
9.2.4.2 Formulários de autorrelato	55
9.2.4.2.1 Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh.....	55
9.2.4.2.2 Escala de Sonolência Epworth.....	55
9.2.4.2.3 Escala de Impulsividade de Barratt	56
9.2.4.2.4 Índice de Gravidade de Insônia	56
9.2.4.2.5 Escala de Estresse Percebido	56
9.2.4.2.6 Índice de Higiene do Sono.....	57
9.2.4.2.7 Questionário de Berlim.....	57

9.2.4.2.8 Escala de Avaliação de Disfunções Executivas de Barkley	57
9.2.4.2.9 Inventário de Depressão de Beck, 2ª edição	58
9.2.4.3 Polissonografia domiciliar	58
9.2.5 Procedimentos	58
9.2.6 Análise estatística	59
9.2.6.1 Medida global de exposição crônica (MP ₁₀)	60
10 RESULTADOS	61
10.1 Dados gerais da coleta	61
10.2 Dados obtidos nas avaliações neuropsicológicas	62
11 DISCUSSÃO	68
12 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72

PRODUTO TÉCNICO

13 INTRODUÇÃO	74
14 DEMOCRATIZAÇÃO DO ACESSO À CIÊNCIA	76
15 JUSTIFICATIVA	78
16 OBJETIVOS	80
16.1 Objetivo geral	80
16.2 Objetivos específicos	80
17 METODOLOGIA	81
17.1 Dados de pesquisa	81
17.2 Operacionalização do <i>podcast</i>	81
17.3 Convidados participantes	81
17.4 Plataforma de <i>streaming</i> para hospedagem	82
17.5 <i>Feedback</i>	82
18 RESULTADOS	83
18.1 Roteiros dos episódios	84
18.1.1 Episódio 1 - Funções cognitivas na prática	84
18.1.2 Episódio 2 - Um potencial antagonista da cognição: a poluição	85

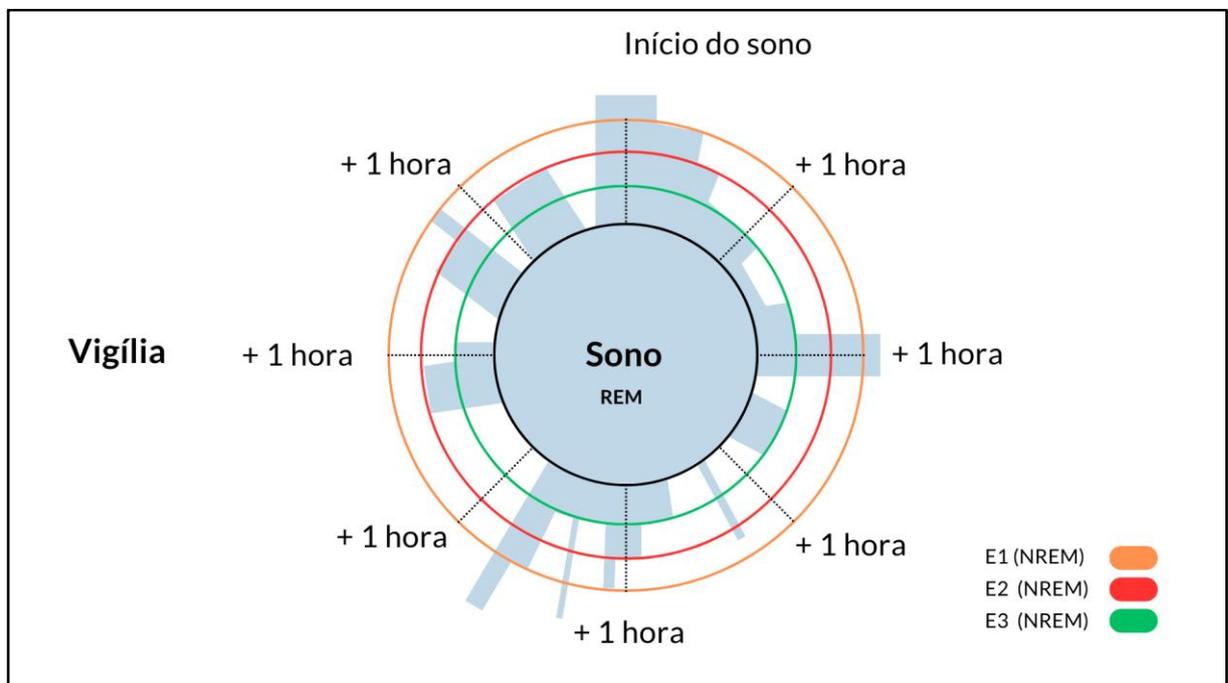
18.1.3 Episódio 3 - Poluição do ar, políticas públicas e mobilização social	86
19 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
REFERÊNCIAS.....	89
ANEXO A - Parecer consubstanciado do CEP (I).....	112
ANEXO B - Parecer consubstanciado do CEP (II)	115
ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	119
ANEXO D - Imagem representativa da Escala Wechsler Abreviada de Inteligência (instrumento restritivo).....	125
ANEXO E - Imagem representativa de Figuras Complexas de Rey (instrumento restritivo).....	126
ANEXO F - Imagem representativa do Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey (instrumento restritivo).....	127
ANEXO G - Imagem representativa do Teste Wisconsin de Classificação de Cartas (instrumento restritivo).....	128
ANEXO H - Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (fragmento).....	129
ANEXO I - Escala de Sonolência Epworth	130
ANEXO J - Escala de Impulsividade de Barratt	131
ANEXO K - Índice de Gravidade de Insônia.....	132
ANEXO L - Escala de Estresse Percebido.....	133
ANEXO M - Índice de Higiene do Sono	134
ANEXO N - Questionário de Berlim.....	135
ANEXO O - Imagem representativa da Escala de Avaliação de Disfunções Executivas de Barkley (instrumento restritivo)	136
ANEXO P - Imagem representativa do Inventário de Depressão de Beck, 2a edição (instrumento restritivo).....	137

1. INTRODUÇÃO

Desde o período do desenvolvimento inicial, mudanças relacionadas ao padrão e a arquitetura do sono desempenham um papel fundamental nos processos cognitivos e comportamentais, tendo como plano de fundo, a maturação cortical. No período da adolescência, ocorrem mudanças no ritmo circadiano e na homeostase do sono, além de modificações maturacionais na anatomia do cérebro (Tarokh, Saletin e Carskadon, 2016). Segundo Jenni *et al.* (2005), o processo circadiano interage com a homeostase do sono para regular o tempo de sono do adolescente. E esse processo pode não somente modular o tempo de sono, mas também as funções neurocomportamentais durante a vigília, podendo impactar os processos atencionais, mnemônicos e de aprendizagem (Cajochen *et al.*, 2004).

Na Figura 1, é possível observar a exemplificação da arquitetura do sono, cujo conceito abrange a distribuição das fases, ou estágios, do sono, em relação ao tempo e pela estrutura temporal do ciclo de sono-vigília, caracterizado pelo período em que ocorre o sono e a vigília, por meio da alternância dentro de um espectro de frequências (de Martino, 2009).

Figura 1. Diagrama representativo do período do sono e das variações entre os ciclos.



Elaborado pelo autor, e de acordo com Carskadon e Dement (2005). O diagrama representa o período de 8 horas de sono e as oscilações entre os estágios do sono nREM e do sono REM. Abreviações: E, estágio; REM, *rapid eye movement*; e nREM, *non-rapid eye movement*.

Antigamente, o sono nREM era conceitualmente composto por quatro estágios, no entanto os autores comumente agrupam os estágios 3 e 4 no conceito de “sono de ondas lentas” (do inglês, *slow-wave sleep*, SWS; Abel *et al.*, 2013), que engloba frequências entre 0,5 e 4,5 Hz, e são denominados com o mesmo termo (Lokhandwala e Spencer, 2022).

Resumidamente, o estágio 1 do sono nREM é caracterizado pela redução das ondas neurais na faixa de frequência Alfa (*i.e.*, 8-13 Hz), sinalizando a transição do estado de vigília ao sono; o estágio 2 do sono nREM é caracterizado pela baixa amplitude e ondas de variadas frequências, principalmente na faixa de frequência Sigma (*i.e.*, 12-16 Hz). O estágio 2 do sono nREM é importante para a manutenção do sono. O estágio 3 do sono nREM (*i.e.*, 0,4-4 Hz, faixa de frequência Delta) é caracterizado pelo sono mais profundo, e por oscilações corticais de baixa frequência; já o estágio 4 do sono nREM era identificado quando a atividade de ondas lentas de alta voltagem compreende mais de 50% do registro do ciclo sono-vigília (Carskadon e Dement, 2005), no entanto, atualmente a literatura refere-se somente a três estágios do sono nREM (Yuan *et al.*, 2024), devido ao agrupamento mencionado anteriormente. Um estudo de ressonância magnética estrutural realizado com crianças e adolescentes, entre a faixa etária de 5 e 18 anos, revelou que os autorrelatos de duração do sono estavam positivamente correlacionados com o volume de substância cinzenta hipocampal bilateral (Taki *et al.*, 2012). Outro estudo revelou associação entre variabilidade na duração do sono de adolescentes durante 14 dias e a integridade da substância branca em ressonância magnética com imagens por tensor de difusão (Telzer *et al.*, 2015). Embora as evidências ainda sejam emergentes, estudos sugerem que o sono atua ativamente em esculpir o cérebro adolescente (Tarokh, Saletin e Carskadon, 2016).

Outras evidências destacam o papel de ambas as fases do sono no desenvolvimento do cérebro. Estudos em humanos e em animais não-humanos demonstraram que o sono REM tem importante implicação, particularmente, na maturação do córtex visual (de Lima Dolabela, Montero e Singer, 1985; Dumoulin Bridi *et al.*, 2015) e do sistema motor (Blumberg *et al.*, 2013).

Lo *et al.* (2016) relataram sobre o impacto da privação do sono em jovens adultos, mencionando a maior propensão em incorporar informações enganosas (*e.g.*, falsa memória) pós-evento em comparação a indivíduos descansados em dinâmicas de evocação mnemônica. Outros estudos (Greer *et al.*, 2016; Ma *et al.*, 2015; Goldstein e Walker, 2014; Abel *et al.*, 2013) relatam achados sobre o efeito de interrupções do sono no desempenho dos domínios cognitivos; essas interrupções ou privações variam entre breves perturbações no sono (*e.g.*, cochilos diurnos) e privações de sono durante alguns dias, fornecendo oportunidades de

sondagem sobre o impacto da perda do sono durante períodos delicados do desenvolvimento humano. As linhas de estudos atuais sugerem que uma breve manipulação do sono pode modular funções cognitivas. Segundo Abel *et al.* (2013), a privação do sono pode desencadear prejuízos na formação inicial e na consolidação de memórias em adultos.

Uma qualidade de sono empobrecida devido a presença de distúrbios do sono (*e.g.* alteração da duração do sono, insônia, hipersonia e distúrbios do ciclo sono-vigília; Phua *et al.*, 2017), sem considerar a severidade ou duração, são nocivos à saúde mental, física e cognitiva (Krystal e Edinger, 2008; Hensch *et al.*, 2019; Kapustin *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2019). Tal consideração também sugere que distúrbios do sono estão associados a uma gama de transtornos e baixa qualidade de vida. Além disso, devemos considerar neste cenário a interação fisiopatológica entre a poluição do ar e a qualidade de sono (Cao *et al.*, 2021).

A poluição do ar é caracterizada pela mistura de gases e materiais particulados que são lançados no ar ao redor por meio de fontes estacionárias (*e.g.*, indústrias e casas) e móveis (*e.g.*, trens, navios, carros etc.). Tal mistura é composta principalmente por monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), dióxido de nitrogênio (NO₂) e dióxido de enxofre (SO₂; Krzyzanowski e Cohen, 2008). Tais componentes podem desencadear patologias em contato com seres humanos.

De fato, a poluição atmosférica é um dos estressores ambientais que aumentam o risco de eventos cardiovasculares (Hahad *et al.*, 2023). Observações tanto experimentais quanto epidemiológicas sugerem que os principais mecanismos fisiopatológicos responsáveis incluem a disfunção autonômica, endotelial, inflamação vascular, aumento de citocinas circulantes e ativação de respostas de estresse que exacerbariam a reatividade cardiovascular (Hahad *et al.*, 2023). Contudo, de acordo com Harrison e Yin (2000), estudos sugerem os materiais particulados, menores que 250 nm (*i.e.*, MP_{2,5}), como o principal antagonista devido ao pequeno diâmetro aerodinâmico e capacidade de atravessar a região alveolar do sistema respiratório, tornando-o responsável por efeitos adversos.

Estas partículas podem alcançar as regiões do cérebro tais como corpo estriado (Guerra *et al.*, 2013), córtex frontal (Yuan *et al.*, 2023) e cerebelo (Cserbik *et al.*, 2020) através da cavidade nasal para o nervo olfatório (Oberdörster *et al.*, 2004; Elder *et al.*, 2006). Ademais, a exposição a elevadas concentrações de poluentes do ar pode alterar os níveis de serotonina (Cao *et al.*, 2021), um dos principais reguladores dos ciclos sono-vigília do cérebro (Portas *et al.*, 2000).

Considerando que a má ventilação pode levar a reduzir o desempenho cognitivo entre adultos no trabalho ou crianças na escola (Wargocki e Wyon, 2007), e que a poluição do ar

também pode ser fator desencadeador para o empobrecimento da qualidade do sono, por envolver o centro de controle da respiração, sistemas nervosos central e autônomo, além de mecanismos alérgicos e não-alérgicos (Cao *et al.*, 2021),

Portanto, tendo em vista as informações trazidas na literatura, a presente pesquisa é guiada pela hipótese de que adultos, entre 18 e 35 anos, expostos a maiores concentrações de poluentes do ar, experienciam impacto sobre a qualidade do sono e, conseqüentemente, prejuízos no desempenho cognitivo. Para isso, o processo investigativo teve como principais instrumentos: relatórios da qualidade do ar, escalas e inventários de autorrelato, avaliações neuropsicológicas e exames de polissonografia domiciliar. A pesquisa foi realizada entre voluntários de diferentes áreas da Baixada Santista (São Paulo, Brasil), e teve como objetivo avaliar a amostra de diferentes áreas da região selecionada, tendo, também, como base os relatórios de qualidade de ar de estações de monitoramento do governo (*i.e.*, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB), buscando identificar a relação entre a incidência de qualidade do sono empobrecida entre adultos, a exposição a grandes concentrações de poluentes do ar, e o efeito desse encadeamento sobre os domínios cognitivos.

2. POLUIÇÃO DO AR

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define a poluição do ar como contaminação do ambiente interno ou externo por qualquer agente químico, físico ou biológico que modifica as características naturais da atmosfera (The World Health Organization, 2023). No entanto, de acordo com Sin *et al.* (2023), ainda não há uma definição de poluição do ar universalmente aceita. Segundo Kampa e Castanas (2008), a poluição do ar é quando uma mistura de partículas suspensas e outros agentes químicos no ar que pode causar danos à vegetação, aos animais e humanos, ou danos materiais. Na literatura, usualmente, a poluição do ar pode ser dividida entre poluentes domésticos/interiores/*indoor* e ambientais/exteriores/*outdoor* (The World Health Organization, 2023).

Mudanças atmosféricas ocorrem principalmente devido a combustão de combustíveis fósseis, que são utilizados para a geração de energia e manutenção do transporte. As variantes dos poluentes atmosféricos têm sido indicadas, diversificando em composições químicas, tamanhos, propriedades reativas, formas de emissão, persistência no ambiente, no potencial para serem transportados em curtas ou longas distâncias e nos seus impactos na saúde. Os poluentes atmosféricos compartilham algumas características em comum e podem ser agrupados em quatro categorias: *i*) poluentes gasosos (por exemplo, SO₂, NO_x, CO, compostos orgânicos voláteis, ozônio, benzeno, etc.), *ii*) metais pesados (por exemplo, mercúrio, cádmio, níquel etc.), *iii*) poluentes orgânicos persistentes (POPs; por exemplo, dioxinas, aldrin etc.), e *iv*) materiais particulados (por exemplo, MP_{2,5} e MP₁₀; Sin *et al.*, 2023).

Entre os poluentes atmosféricos, o material particulado tem ganhado foco entre pesquisas científicas (*i.e.*, Zhao, Azimi e Stephens, 2015; Li *et al.*, 2017; Sundram *et al.*, 2022) devido aos seus impactos importantes na saúde. O material particulado (MP), é uma composição de partículas inaláveis de sulfato, nitratos, amônia, carbono negro, poeira mineral, cloreto de sódio ou água. O material particulado pode variar em tamanho e é descrito pelo diâmetro aerodinâmico, sendo MP_{2,5} e MP₁₀, com diâmetros de $\leq 2,5 \mu\text{m}$ e $\leq 10 \mu\text{m}$, respectivamente, os mais comuns no quadro regulamentar (Kampa e Castanas, 2008; Sin *et al.*, 2023), cujas especificações são relevantes para as diretrizes de saúde. As partículas mais finas (por exemplo, MP_{2,5}) são, em sua maioria, geradas de atividades humanas, e podem derivar de fontes primárias, como: combustão de combustíveis em instalações de geração de energia, indústrias ou mobilidade de meios de transporte, como citado anteriormente, agricultura, queima de resíduos, entre outros; e de fontes secundárias, como de reações químicas entre gases (The World Health Organization, 2023; The United Nations Environment Programme, 2023).

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA; ou *The United Nations Environment Programme*, UNEP, 2023), as fontes naturais também podem ser geradoras de partículas finas, e incluem materiais de erupções vulcânicas, maresia, poeira do solo e reações químicas, por meio da descarga elétrica de relâmpagos.

No ambiente doméstico, a maior fonte de material particulado é a combustão de combustíveis em lareiras ou fogões, aquecedores mal ventilados e ineficientes, poeira suspensa, abrasão de materiais e agricultura (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021; Sin *et al.*, 2023). Atividades domésticas, como cozinhar, aquecer ambientes e prover iluminação podem ser fontes de poluição por partículas no domínio doméstico; no entanto, outras atividades também podem ser fonte de poluição, como preparar forragem aos animais e aquecer água para banho (Sin *et al.*, 2023).

Em países emergentes, além das fontes supracitadas, a dependência de madeira e outros combustíveis sólidos, e o uso de querosene para iluminação, são fatores que também contribuem para o aumento da poluição no ambiente doméstico. As reações fotoquímicas entre a luz solar e os óxidos de azoto, ou NO_x, e os compostos orgânicos voláteis também produzem poluição atmosférica por ozônio, ou O₃ (The World Health Organization, 2023). A combustão de substâncias para produzir calor (*e.g.*, combustíveis) gera materiais particulados finos e ultrafinos, gases de efeito estufa (*e.g.*, NO_x, metano e dióxido de carbono) e outros poluentes, que incluem o carbono negro, dióxido de enxofre e hidrofluorcarbonetos (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

Um estudo realizado com mulheres (Camp *et al.*, 2014) contou com o relato de participantes que estavam expostas à fumaça de combustão de biomassa principalmente durante atividades culinárias, tornando-as alvo do impacto aos efeitos nocivos da poluição atmosférica interna desproporcionalmente. No entanto, segundo Fuller *et al.* (2022), os dados do *The Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study* (GBD) de 2019 mostram que homens têm maior probabilidade de morrer, em decorrência da exposição à poluição do ar no ambiente externo, à poluição por chumbo e aos poluentes ocupacionais em comparação às mulheres. O estudo citado anteriormente, refere-se a um projeto de colaboração científica mundial, que visa quantificar níveis e tendências em saúde. A colaboração é conduzida pelo Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) da Universidade de Washington, Estados Unidos, e conta com 12.000 pesquisadores de mais de 160 países e territórios (Global Burden of Disease Collaborative Network, 2024).

Alguns estudos (*i.e.*, Zhou *et al.*, 2014; Schraufnagel *et al.*, 2019) abordam sobre estratégias para atenuar os riscos da poluição atmosférica doméstica, como: aprimoramento da

ventilação interna, substituição de fogões de madeira ou querosene por combustíveis menos poluentes (por exemplo, etanol, ou gás liquefeito de petróleo; do inglês, *liquefied petroleum gas*, LPG), e uso de filtros de ar domésticos ou instalação de janelas, chaminés, onde for mais apropriado.

2.1. Interação entre poluição e ambiente

Apesar das principais fontes de poluição atmosférica e de materiais particulados finos (*e.g.*, combustão de combustíveis e biomassa, atividades industriais e de agricultura, poeiras levadas pelo vento) e da intensidade de emissão relacionada a diversos fatores, a poluição do ar é fortemente influenciada pelas condições climáticas e meteorológicas (Pöschl e Shiraiwa, 2015).

Como mencionado anteriormente, o fator climático é a principal influência na qualidade do ar. Segundo Kinney (2008), os meios de dispersão e reação dos poluentes, ou seja, a emissão, o transporte, a transformação química e a deposição, podem ser influenciados pelas variáveis meteorológicas, como: temperatura, umidade, características do vento e mistura vertical. Mudanças climáticas podem reduzir ainda mais a qualidade do ar em muitas regiões, onde há grande concentração de poluentes, por meio de variações meteorológicas (*e.g.*, ventilação e diluição), precipitação e outros processos de remoção e química atmosférica (Fiore, Naik e Leibensperger, 2015).

Alguns autores (*i.e.*, Lindsey e Dahlman, 2024; Hong *et al.*, 2019) destacam o aumento gradativo da temperatura global e o reflexo sobre as atuais configurações da Terra (*e.g.*, redução da faixa de *habitat* natural de animais e plantas, derretimento de calotas polares e mudanças climáticas extremas), e apontam o aumento das concentrações do dióxido de carbono (CO₂) como principal protagonista desse processo. Na Figura 2, podemos observar os dados dos Centros Nacionais de Informação Ambiental (do inglês, *National Centers for Environmental Information, Estados Unidos*) em gráfico, e que elucidam o aumento gradativo da temperatura média da superfície terrestre.

Figura 2. Temperatura média global da superfície.

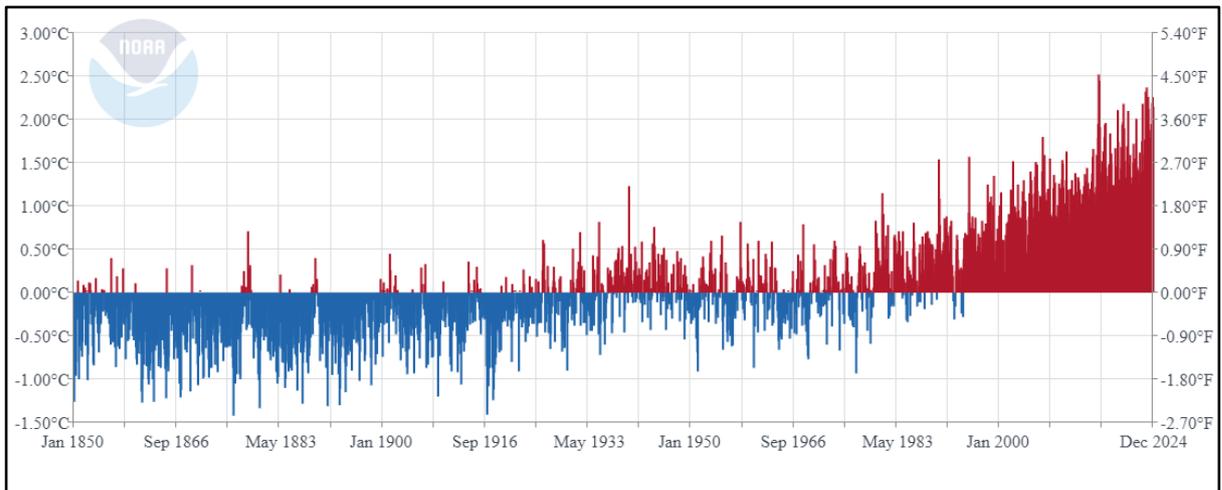


Gráfico elaborado pelo autor na plataforma da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (do inglês, National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA), e baseado em dados dos Centros Nacionais de Informação Ambiental. Temperatura anual da superfície de 1850 a 2024. As barras azuis indicam períodos mais frios do que a média do mês vigente, e as barras vermelhas mostram períodos mais quentes que a média do mês vigente.

Considerando as condições proporcionadas pelas mudanças climáticas, seria um equívoco pensar que os resultados desse processo não estariam encadeados, baseados no que foi apresentado até o momento. De acordo com Hong *et al.* (2019), a partir da análise dos autores sobre as mudanças da concentração de ozônio e de MP_{2,5} em variáveis meteorológicas (*e.g.*, temperatura, velocidade e direção do vento e precipitação), o aumento da concentração de ozônio está geralmente associado ao aumento da temperatura e à diminuição da precipitação, enquanto o aumento da concentração de MP_{2,5}, está associado à diminuição da altura da camada limite atmosférica do planeta e da velocidade do vento.

Outro fator agravante para o aumento nocivo da temperatura, é a substituição de vegetação por concreto e asfalto para rodovias, construções e outras estruturas, que promovem o aquecimento rápido da superfície durante as ondas de calor, desencadeando um efeito de ilha de aquecimento e a morte causadas pelo calor, especialmente em residenciais para idoso (The Lancet, 2018).

Na Figura 3, podemos observar os dados dos Centros Nacionais de Informação Ambiental, em gráfico, para elucidar o aumento da temperatura média da América do Sul.

Figura 3. Temperatura média da América do Sul

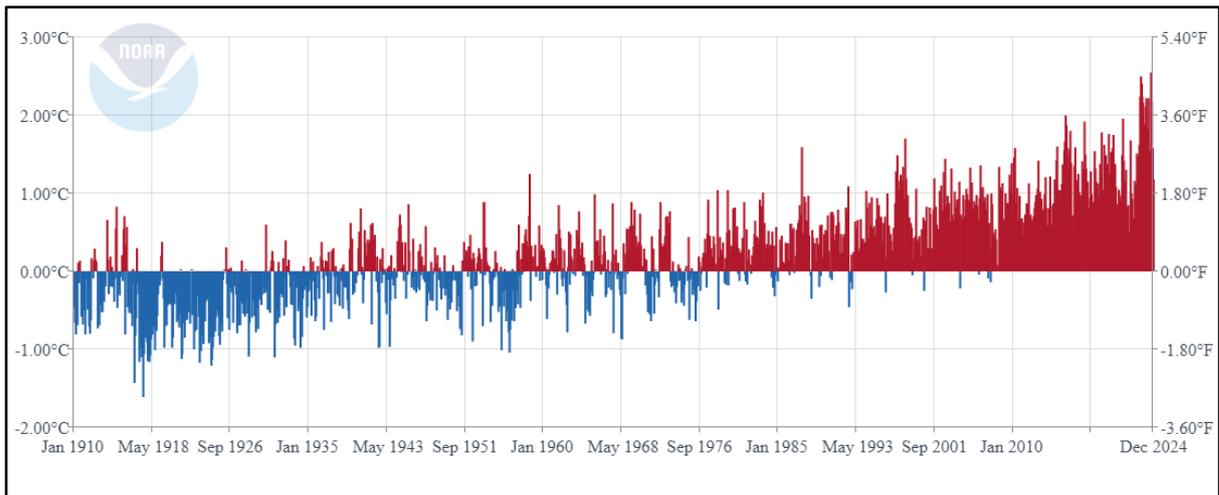


Gráfico elaborado pelo autor na plataforma da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional, e baseado em dados dos Centros Nacionais de Informação Ambiental. Temperatura anual da superfície de 1910 a 2024. As barras azuis indicam períodos mais frios do que a média do mês vigente, e as barras vermelhas mostram períodos mais quentes que a média do mês vigente.

Em um estudo de modelo de qualidade do ar¹, Hong *et al.* (2019), apresentaram uma previsão das mudanças climáticas para os próximos 30 anos, a partir do ano vigente do estudo, indicando o aumento das concentrações de material particulado e O₃ na atmosfera em 3-4% na China, independentemente do aumento populacional ou de qualquer outra mudança significativa sobre a emissão e produção de poluentes atmosféricos. Com base nessas projeções, presume-se que o aumento da mortalidade pela exposição a MP_{2,5} e ao ozônio entre adultos chineses aumentaria em 100-300% até 2050.

Ainda destacando o impacto das mudanças climáticas, alguns autores (*i.e.*, de Sario, Katsouyanni e Michelozzi, 2013; Meehl e Tebaldi, 2004) destacam a promoção de incêndios florestais, tempestades de poeira e eventos climáticos extremos (por exemplo, ondas de calor intensas e estagnação do ar) por essas alterações, contribuindo para a redução da qualidade do ar. A fumaça de incêndios florestais é composta por uma vasta gama de substâncias nocivas (*e.g.*, MP_{2,5}, monóxido de carbono, NO_x e benzeno) para a saúde do ser humano, e os níveis de MP_{2,5} podem exceder em 500 µg/m³ em áreas onde a concentração média anual é de ≤25 µg/m³ (de Sario, Katsouyanni e Michelozzi, 2013). Alguns autores (*i.e.*, Wang *et al.*, 2014; Rice *et al.*,

¹ Os modelos de qualidade do ar são projeções, com base em técnicas matemáticas e numéricas, em dados meteorológicos e informações sobre emissão e concentração de poluentes, que visam simular os processos físicos e químicos que agem sobre os poluentes atmosféricos, à medida que dispersam e reagem na atmosfera. Esses modelos são comumente utilizados para a gestão da qualidade do ar e delineamento de estratégias para a redução de poluentes nocivos da atmosfera (United States Environmental Protection Agency, 2024).

2021) apresentam projeções sobre o aumento de eventos climáticos extremos em algumas regiões do planeta, com base em condições climáticas vigentes.

Fatores como a direção e a velocidade do vento, a estabilidade atmosférica e a radiação solar, são determinantes espaciais e temporais relevantes da variação em poluição do ar (Pöschl e Shiraiwa, 2015), podem potencializar a capacidade de dispersão de poluentes (*e.g.*, partículas finas). Em síntese, a poluição do ar e a mudança climática podem influenciar uma à outra, por meio de interações complexas, e ambas, causam impacto à saúde pública.

2.2. Poluição do ar e saúde

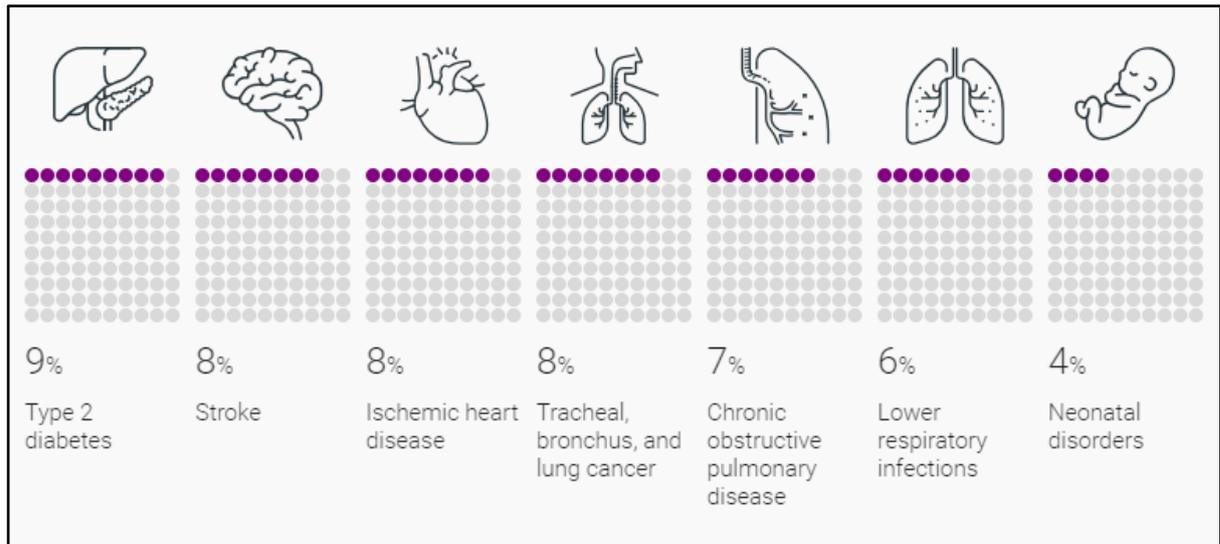
Nas regiões urbanas, a maior parte da massa de poluentes atmosféricos é composta por gases ou por componentes em fase de vapor, e as partículas geradas pelas atividades do ser humano, por meio da combustão de materiais, atraem preocupação especial na perspectiva da saúde pública, justificada por sua potencial toxicidade sistêmica, devido às seguintes características: elevada contagem de partículas, alta relação área de superfície-massa, potencial de estresse inflamatório e oxidativo, e componentes insolúveis; levando ao acesso rápido das vias aéreas e penetração sistêmica (Brook *et al.*, 2010). Os tipos de partículas atmosféricas podem variar em diâmetro e aerodinâmica, como mencionado anteriormente, entre eles, incluem-se partículas grossas, com diâmetro aerodinâmico entre 2,5 e 10 μm (MP_{10}), partículas finas, com diâmetro inferior a 2,5 μm ($\text{MP}_{2,5}$) e partículas ultrafinas, com diâmetro inferior a 0,1 μm ($\text{MP}_{0,1}$). Com base nas informações apresentadas, partículas menores podem ser mais potentes na indução de efeitos adversos à saúde, em comparação às partículas maiores (Munzel *et al.*, 2018).

A poluição do ar, de acordo com *Health Effects Institute* (2024), é a maior crise global em saúde, e causa uma a cada nove mortes mundialmente. A exposição ao $\text{MP}_{2,5}$ reduziu a média global de expectativa de vida em aproximadamente um ano e oito meses em 2021. As condições de saúde com maior índice de letalidade, e relacionadas à exposição a $\text{MP}_{2,5}$, incluem: acidente vascular cerebral (AVC), doenças cardíacas, doenças pulmonares, infecções do trato respiratório inferior (por exemplo, pneumonia) e cancro. A exposição a altas concentrações de partículas finas também contribuem para o desencadeamento de outras doenças (*e.g.*, diabetes) e podem proporcionar impacto negativo ao desenvolvimento cognitivo de crianças, além de contribuir para a incidência de condições de saúde mental.

A Figura 4, por meio da compilação de dados em saúde, mostra a porcentagem de mortes por cada doença atribuível à poluição do ar externa por partículas finas no Brasil em 2021. De

acordo com o PNUMA (The United Nations Environment Programme, 2023), a poluição por partículas finas é um fator importante na morte por diabetes do tipo 2, AVC, doença cardíaca isquêmica, câncer de traqueia, brônquios e pulmão, doença pulmonar obstrutiva crônica e infecções das vias aéreas inferiores, além de contribuir para a incidência de distúrbios neonatais.

Figura 4. Porcentagem de mortes por cada doença atribuível à poluição atmosférica externa por partículas finas em 2021.



Infográfico gerado na plataforma do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA; ou The United Nations Environment Programme, UNEP, 2023).

Ainda segundo os dados do PNUMA (The United Nations Environment Programme, 2023), no Brasil, o índice da exposição média anual de cada pessoa a partículas finas é de $12,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 2,4 vezes maior referente a diretriz da Organização Mundial da Saúde (OMS). E 22 de 100.000 óbitos foram atribuíveis à poluição por partículas finas em 2019, resultando em 53.000 no total no país. Na literatura, até mesmo o índice de exposição $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{MP}_{2,5}$ é associado a maiores números de mortalidade, comparado a regiões metropolitanas com o índice é menor (Burnett *et al.*, 2018), indicando que, aparentemente, não é possível inferir sobre um limiar seguro para a exposição às partículas finas. Os autores Schraufnagel *et al.* (2019), destacam que os efeitos de partículas finas e ultrafinas na atmosfera podem variar significativamente ao longo do ano, principalmente nos períodos de condições meteorológicas extremas; apesar dos dados referentes aos efeitos serem reportados como crônicos ou de longo prazo, em sua maioria. Ademais, a qualidade e a intensidade nociva das partículas estarão em função de seu tamanho, estrutura e composição.

A agência das Nações Unidas estabeleceu uma série de metas, visando fomentar ações governamentais estratégicas sobre a qualidade do ar. De acordo com o PNUMA, o Brasil cumpriu seis de nove metas, que incluem: incentivos à produção limpa, estabelecimento de padrões de emissão de veículos, regulação da queima de resíduos sólidos, implementação de práticas agrícolas sustentáveis, estabelecimento de estratégias de gestão da qualidade do ar e manutenção de padrões de qualidade do ar. As metas ainda não alcançadas incluem a redução do nível de enxofre em diesel, a implementação ou o aprimoramento do monitoramento da qualidade do ar e estabelecimento de incentivos para o aquecimento residencial e preparo de alimentos no ambiente doméstico (The United Nations Environment Programme, 2023).

2.3. Políticas nacionais e internacionais de qualidade do ar

A pauta da qualidade do ar ocupa uma nova proporção, quando refletimos que os poluentes do ar, de uma região ou país, podem atravessar fronteiras e gerar impacto sobre a qualidade do ar e sobre os ecossistemas dos países vizinhos. Tendo em vista isso, as ações para a promoção do meio ambiente e da sustentabilidade não devem ser direcionadas a um local isolado, e cada vez mais, cooperações regionais, e entre regiões, ganham espaço entre mobilizações (Climate and Clean Air Coalition, 2023).

No decorrer das décadas, os países têm estabelecido redes de cooperação contra os efeitos danosos da poluição do ar transfronteiriça (*i.e.*, *Intergovernmental Network on Atmospheric Pollution for Latin America and Caribbean, International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations; The United Nations Environment Programme*, [s. d.]; Climate and Clean Air Coalition, [2012]). Outras prioridades para a política atmosférica internacional incluem a ação sobre os poluentes climáticos de vida curta (em inglês, *short-lived climate pollutants*, SLCP²), o fortalecimento da governação atmosférica global, e a manutenção do cuidado e da atenção sobre os impactos a longo prazo da poluição atmosférica na biodiversidade e nos ecossistemas (Climate and Clean Air Coalition, [s. d.]).

² Os poluentes climáticos de vida curta (*e.g.*, metano, carbono negro, ozônio troposférico e hidrofluorcarbonetos, HFCs) são agentes climáticos que possuem grande potencial de impacto, e permanecem na atmosfera durante um período de tempo mais curto do que o dióxido de carbono, por exemplo, mas a sua capacidade para aquecer a atmosfera pode ser muito maior. Além dos efeitos climáticos, alguns poluentes causam efeitos nocivos para a população, os ecossistemas e a agricultura (Climate and Clean Air Coalition, [s. d.]).

3. SONO

De acordo com Carskadon e Dement (2005), o sono é um estado comportamental reversível, no qual há uma redução ou ausência da interpretação ou da atividade perceptual, e, também, uma redução ou ausência de resposta ao ambiente. Os autores indicam que, entre os sinais indicadores de sono, pode-se incluir o decúbito postural, quiescência comportamental, ou seja, inatividade ou falta de ação, e olhos fechados. Em alguns casos, outros comportamentos podem ocorrer durante o sono, podendo incluir o sonambulismo, bruxismo, enurese e encoprese, entre outras parassonias (Carter, Hathaway e Lettieri, 2014; Alshahrani *et al.*, 2023). Alguns processos adversos do sono podem envolver intrusões do sono (*e.g.*, narcolepsia; Mahoney *et al.*, 2019), agitação motora (*e.g.*, síndrome das pernas inquietas, também conhecida como doença de Willis-Ekbom; Allen, 2015) ou presença de fraqueza muscular respiratória (Aboussouan, 2015; Pascoe *et al.*, 2023) e imagens oníricas no estado de vigília (Siclari, 2025).

Como vimos anteriormente, a divisão do sono em dois estados caracteriza a base dos parâmetros fisiológicos dos processos oníricos. Os sonos REM e nREM, estão presentes em todos os mamíferos e aves, até então estudados, e são marcados por diferenças entre eles, bem como do estado de vigília. O sono nREM é subdividido em quatro estágios, e definidos ao longo de um eixo de mensuração, conhecido como eletroencefalograma (EEG). Os padrões em EEG no sono nREM é comumente descrito como síncrono, paralelo a um *continuum* de profundidade do sono, com limiares de despertar que variam entre o mais baixo (*e.g.*, no estágio 1) até o mais alto (*e.g.*, no estágio 4); e possuem outras características como os fusos do sono³ (no inglês, *sleep spindles*), complexos K (no inglês, *K-complex*)⁴ e ondas lentas de alta voltagem (Carskadon e Dement, 2005). Segundo os autores mencionados, o sono nREM é associado a atividade mental mínima ou fragmentada, mas com regulação ativa tais com a possibilidade de movimento do corpo (Carskadon e Dement, 2005).

Em circunstâncias normais ou típicas, entre humanos adultos, o início do sono ocorre através do sono nREM; tal informação é considerado um achado confiável, por meio do qual, podemos diferenciar o sono saudável do sono patológico; por exemplo, quando o sono é iniciado por meio do sono REM, que pode ser um marcador para o diagnóstico de narcolepsia

³ De acordo com Berry e Wagner (2015, p. 10, Trad. Nossa), “os fusos do sono são explosões de atividade oscilatória neural geradas pela interação do núcleo reticular talâmico (TRN) e outros núcleos talâmicos durante o estágio 2 do sono nREM em uma faixa de frequência de, aproximadamente, 11 a 16 Hz, geralmente 12–14 Hz, com duração de 0,5 segundos ou mais, geralmente 0,5–1,5 segundos”.

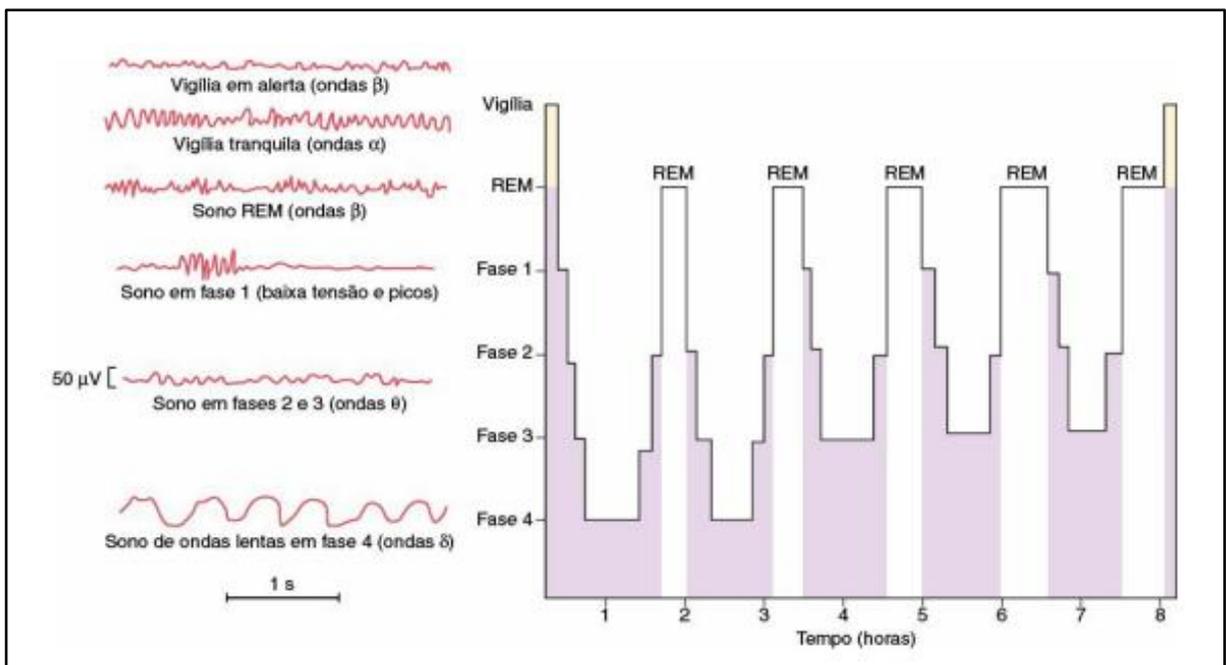
⁴ Os complexos K são ondas bifásicas de alta amplitude compostas por uma onda aguda negativa inicial, seguida por uma onda lenta (Berry e Wagner, 2015).

em adultos (Carskadon e Dement, 2005). A seguir, veremos um pouco mais sobre as condições normais do sono, incluindo características e dinâmicas a nível cerebral.

3.1. Arquitetura do sono

O conceito de arquitetura do sono refere-se à distribuição das fases do sono (*e.g.*, do sono REM e os estágios do sono nREM) em relação ao tempo total de sono, e no decorrer do espectro de frequências que compõem a estrutura temporal do ciclo sono-vigília, e em relação ao tempo total de sono (de Martino, 2009); e refere-se à organização estrutural básica do sono normal (Colten e Altevogt, 2006). A Figura 5 refere-se à representação da arquitetura do sono ao longo de uma noite.

Figura 5. Representação das ondas neurais durante o sono e vigília, e exemplificação da arquitetura do sono.



Elaborado por Guyton e Hall (2011). À esquerda, há representações de ondas neurais características das fases do sono REM e nREM, ademais do estado de vigília em alerta e tranquila. À direita, encontra-se a representação da distribuição das fases do sono ao longo do tempo (*e.g.*, arquitetura do sono).

De acordo com *Institute of Medicine, Committee on Sleep Medicine and Research* (Colten e Altevogt, 2006), a arquitetura do sono muda continuamente e substancialmente conforme a idade; entre as mudanças, encontram-se os seguintes aspectos: a iniciação e

manutenção do sono, a porcentagem do tempo gasto em cada estágio do sono, e a eficiência do sono, cuja tendência geral é de que diminua com a idade.

No início da infância, o sono tranquilo, ou *quiet sleep*, e o sono ativo, são dois períodos principais que compõem o sono (Carskadon e Dement, 2005). No decorrer do desenvolvimento, o sono tranquilo converte-se para sono nREM, e o sono ativo, para o sono REM, e os marcadores nas atividades elétricas⁵ do cérebro tornam-se mais pronunciados e distinguíveis.

Como visto anteriormente, o sono nREM é composto por 3 estágios⁶. De acordo com Carskadon e Dement (2005), em relação à arquitetura do sono, o sono nREM está mais presente no início da noite, e o sono REM torna-se mais proeminente no final da noite. Diante disso e de outros aspectos do sono já abordados (*e.g.*, as distintas atividades cerebrais entre os estágios do sono), podemos dizer que o sono não é um estado homogêneo, e tanto a arquitetura e os padrões de sono, não possuem caráter homogêneo ao longo do desenvolvimento (Lokhandwala e Spencer, 2022).

Nos primeiros anos de vida, os bebês dormem de 14 a 20 horas por dia, e tem seu sono distribuído ao longo do período de 24 horas, que configura em um padrão de sono polifásico (Iglowstein *et al.*, 2003). Entre o terceiro e quinto ano, a distribuição do sono ao longo do dia sofre alterações; o padrão de sono bifásico, que divide-se entre períodos de cochilo e o sono noturno, converte-se para um padrão de sono monofásico, caracterizado apenas pelo sono noturno (Galland *et al.*, 2012; Carskadon e Dement, 2005), ademais, mudanças ocorrem em relação a macroestrutura e a microestrutura do sono (por exemplo, diminuição da porcentagem de tempo gasto durante o sono de ondas lentas, e o aumento referente ao estágio dois do sono nREM (Ohayon *et al.*, 2004). No decorrer do desenvolvimento, sono REM é reduzido para 20% do tempo de sono efetivo, em comparação com 50% na infância (Carskadon e Dement, 2005).

3.2. Tempo e regulação do sono

Lokhandwala e Spencer (2022), e Gillette e Abbott (2005) mencionam que o sono é controlado pelo processo circadiano e pelo processo homeostático. O ritmo circadiano refere-se às mudanças físicas, mentais e comportamentais ao longo do ciclo de 24 horas, englobando o período do sono (Borbély *et al.*, 2016); esse processo, contribui a manutenção do estado de

⁵ Observáveis por meio do EEG.

⁶ Os estágios 3 e 4 serão agrupados, conforme consenso baseado na literatura científica nos últimos 5 anos (*i. e.*, (Girardeau e Lopes-Dos-Santos, 2021; Duffy *et al.*, 2022; Lehner, Fruch e Datta, 2022).

alerta e para o tempo de sono e vigília, por meio dos sinais externos (*e.g.*, claro ou escuro; Gillette e Abbott, 2005). Já a homeostase do sono, é o mecanismo que nos direciona ao sono. A pressão homeostática do sono é dissipada durante o sono, tendo a atividade das ondas lentas (0,5–4,5 Hz; Bersagliere e Achermann, 2010), como marcador da pressão do sono.

Esses dois processos mencionados, controlam o ciclo sono-vigília, entre outros aspectos da fisiologia humana (por exemplo, modulação da atividade física, consumo de alimentos, regulação da temperatura corporal etc.). Segundo Dunlap *et al.* (2004), os ritmos são gerados por estruturas a nível neural, especificamente no hipotálamo, e empregam a função de um relógio biológico.

3.3. Fisiologia do sono

As mudanças fisiológicas podem ocorrer em diferentes sistemas durante o sono (*e.g.*, respiratório, nervoso, excretor, entre outros), no entanto, será dado ênfase somente aos sistemas nervoso e respiratório, devido a associação com a temática da presente pesquisa.

De acordo com Somers *et al.* (1993), há um aumento da atividade do nervo simpático durante o sono REM, em comparação com o estado de vigília. Por outro lado, a atividade do nervo simpático diminui conforme a profundidade do sono nREM, contudo, devido ao breve aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca, por conta dos complexos K, pode haver um rompante de atividade do nervo simpático durante o sono nREM.

Referente ao sistema respiratório, a ventilação e o fluxo respiratório mudam durante o sono, e podem se tornar cada vez mais rápidos e não-regulares, principalmente durante o sono REM (Krieger, 2005; Hudgel *et al.*, 1984). Ainda, segundo esses autores, a hiperventilação que pode ocorrer durante os sonos nREM e REM, podem ser explicados por vários fatores, como a redução do tônus muscular da faringe (*i.e.*, Sauerland e Harper, 1976). De acordo com Berthon-Jones e Sullivan (1982) e Douglas *et al.* (1982), também há diferença na resposta ventilatória à hipóxia, que é menor no sono nREM do que durante a vigília, e pode diminuir ainda mais durante o sono REM.

3.4. Condições patológicas do sono

Atualmente, a Classificação Internacional de Distúrbios do Sono (em inglês, *International Classification of Sleep Disorders*, ICSD; American Academy of Sleep Medicine, 2023) é o sistema de classificação mais utilizado para transtornos do sono. A última edição da

ICSD, ICSD 3-TR, menciona sete categorias de transtornos do sono; por exemplo: insônia, distúrbios respiratórios relacionados ao sono, distúrbios centrais da hipersonolência, distúrbios do sono-vigília do ritmo circadiano, parassonias, e distúrbios do movimento relacionados ao sono.

Alguns comportamentos não-típicos e eventos fisiológicos que constituem o quadro de distúrbios do sono podem ocorrer no estágio três do sono nREM (*i.e.*, parassonias), e também são denominados como “distúrbios do sono de ondas lentas” (ou *slow-wave sleep disorders*); entre as parassonias, incluem-se o sonambulismo (*e.g.*, falar e caminhar durante o sono), terror noturno, a paralisia do sono e enurese (Broughton, 1968; Espa *et al.*, 2000; American Psychiatric Association, 2022). Os distúrbios respiratórios relacionados ao sono (*e.g.*, síndrome de apneia ou hipopneia obstrutiva do sono) também podem favorecer a manifestação de parassonias, como o sonambulismo (Guilleminault *et al.*, 2005). Guilleminault *et al.* (*ibid.*) mencionam que os microdespertares secundários às apneias ou hipopneias, e outros eventos respiratórios relacionados ao quadro clínico da síndrome de apneia ou da hipopneia obstrutiva do sono podem contribuir para a precipitação de parassonias.

3.4.1. Apneia

O termo apneia refere-se à ausência de respiração espontânea. Durante o sono, a condição da apneia, ou da apneia obstrutiva do sono, pode ser causada pela obstrução das vias aéreas superiores (por exemplo, da faringe) ou pelo comprometimento neurológico, especificamente do controle respiratório do sistema nervoso central (Guyton e Hall, 2011). De acordo com Guyton e Hall (2011), durante o período de sono saudável, ocorrem apneias ocasionalmente. Contudo, a frequência e a duração dos episódios de apneia, podem ser elevadas entre indivíduos acometidos pela apneia do sono (*e.g.*, episódios de 10 segundos, ou frequência de 300 a 500 vezes por noite).

Os músculos da faringe normalmente mantêm essa passagem das vias aéreas superiores abertas, permitindo o fluxo de ar para dentro dos pulmões durante a inspiração. Os músculos da faringe costumam relaxar durante o sono, no entanto, a passagem das vias aéreas permanece aberta, permitindo o fluxo adequado do ar. Alguns indivíduos, que são acometidos pela apneia obstrutiva do sono, têm a passagem estreita, e o relaxamento dos músculos pode levar ao fechamento completo da faringe, que impede o fluxo de ar para os pulmões durante o sono,

levando a hipóxia intermitente⁷ ou ao distúrbio do sono (Phyu *et al.*, 2024; Guyton e Hall, 2011).

3.4.2. Hipoxemia noturna

A hipoxemia é indicada como a redução do nível de oxigênio do conteúdo arterial, especificamente, quando a tensão arterial de oxigênio (PaO₂) está abaixo dos níveis normais (80-100 mmHg; Samuel e Franklin, 2008). A hipoxemia noturna, é por sua vez, a redução do nível de oxigênio no material sanguíneo durante a noite (Fortis e Nora, 2000).

De acordo com Cowie *et al.* (2021), os distúrbios respiratórios do sono causam episódios constantes de hipoxemia noturna, ativação nervosa simpática e excitação cortical; tal quadro também é frequentemente associado à sonolência diurna excessiva. Os autores (*ibidem.*) mencionam que os distúrbios respiratórios do sono incluem condições com características obstrutivas (*e.g.*, estreitamento repetitivo e fechamento das vias aéreas superiores) ou com anormalidades neuromusculares, sem colapso proeminente das vias aéreas. Tais condições diminuem a qualidade do sono, podendo, conseqüentemente, desencadear outros efeitos; por exemplo, processos inflamatórios e disfunções cognitivas (Liu *et al.*, 2020).

⁷ A hipóxia intermitente é uma condição, em que há uma oxigenação inadequada dos tecidos do corpo temporariamente. A hipóxia frequentemente pode ser resultado de uma hipoxemia (Fortis e Nora, 2000).

4. FUNÇÕES COGNITIVAS

Os domínios de funcionamento cognitivo seguem uma ordem naturalmente hierárquica, tendo sua camada mais baixa composta pelos processos sensoriais e perceptuais, e o topo, pelo funcionamento executivo e controle cognitivo. De acordo com Harvey (2019), esses domínios não são independentes entre si, e o funcionamento executivo exerce controle sobre a manifestação dos processos mais básicos já citados (*e.g.*, sensoriais e perceptuais). O processo avaliativo do desempenho cognitivo é, comumente, direcionado aos subdomínios (*e.g.*, memória, atenção, visuoconstrução etc.) de cada habilidade observada, e a combinação especializada de tarefas, compilação e a análise dos resultados obtidos, podem revelar padrões de desempenho compatíveis com diversas condições neurológicas e neuropsiquiátricas.

Os domínios de capacidade cognitiva podem ser conceituados de diversos modos, incluindo por classificações pelo processo geral (*e.g.*, memória ou atenção, linguagem ou funcionamento cognitivo), ou baseados em funções cerebrais regionais (*e.g.*, funções com origem no lobo frontal, lobo temporal, lobo parietal, hipocampo ou outras estruturas), ou por organização hierárquica e baseada na complexidade das operações (por exemplo, *top-down versus bottom-up*), considerando a ideia de que as operações sensoriais e perceptivas como as menos complexas, e o raciocínio e a resolução de problemas, conhecidos também como funcionamento executivo, como os mais complexos (Harvey, 2019; Al-Aidroos, Said e Turk-Browne, 2012).

As definições e descrições expostas a seguir, estão baseadas na obra de Harvey (2019), e por esse motivo, sua citação pode ser vista com maior frequência.

4.1. Processos atencionais

Segundo Harvey (2019), a atenção e a concentração compõem um constructo multifacetado e, geralmente, é dividido em dois subdomínios, atenção seletiva e atenção sustentada. A concentração recai sobre o conceito da atenção sustentada, enquanto a atenção, possui conceito compatível com a atenção seletiva. O autor menciona que as habilidades atencionais citadas, possuem componentes de funcionamento executivo.

A atenção seletiva é o processo de atender a uma informação considerada relevante e ignorar outras informações não relevantes. As tarefas de atenção seletiva frequentemente apresentam estímulos distratores, e pedem para a pessoa avaliada atentar-se especificamente à informação relevante (Harvey, 2019, *op. cit.*).

4.2. Memória

Segundo Harvey (2019), o funcionamento da memória possui múltiplos subdomínios e avaliações formais desenvolvidas para a maioria deles.

4.2.1. Memória sensorial

Para iniciarmos este tópico, precisamos visitar dois conceitos de processos elementares e essenciais que fundamentam a memória sensorial; a sensação e a percepção. Harvey (2019) descreve a sensação como a capacidade de um indivíduo de detectar um estímulo por meio de receptores sensoriais entre as modalidades dos sentidos (*e.g.*, tato, audição, olfato, visão, paladar). Ainda, segundo o autor, as informações captadas pelos receptores sensoriais, que são organizadas, identificadas e interpretadas, atingem o processamento da percepção.

Com isso, a memória sensorial é a capacidade de reter as informações que são captadas pelas modalidades sensoriais, podendo ser estímulos visuais, táteis, auditivos, proprioceptivos, olfativos ou gustativos. No entanto, nem todo seu conteúdo atinge a consciência do indivíduo, e por esse aspecto, é caracterizada como um processamento pré-consciente (Mourão Júnior e Faria, 2015; Mourão Júnior e Melo, 2011). Por meio da memória sensorial, podemos registrar mais estímulos do que realmente podemos recuperar, e realizamos a manutenção desses estímulos em tempo curto, caso estes não sejam recuperados (Mourão Júnior e Faria, 2015; Mourão Júnior e Melo, 2011).

Algumas modalidades da memória sensorial recebem outras denominações na literatura; por exemplo, memória icônica, referente a memória sensorial visual; a memória ecoica, representando a memória sensorial auditiva; e a memória háptica, referente a memória sensorial tátil (Mourão Júnior e Faria, 2015; Lawson *et al.*, 2016). Quando a informação é evocada, esta passa a atuar na memória de trabalho, que, apesar de possuir capacidade reduzida em relação à memória sensorial, mantém a informação armazenada por mais tempo (Harvey, 2019).

4.2.2. Memória de trabalho

A memória de trabalho é a capacidade de reter informações (*e.g.*, de modalidades sensoriais, incluindo informações verbais e não-verbais) na consciência para a realização de tarefas, atividades diversas, ou emitir qualquer outro comportamento adaptativo; ademais, a

memória de trabalho possui dois atributos: *i*) manutenção de informações e *ii*) manipulação de informações (Baddeley *et al.*, 1999).

A memória de trabalho de manutenção possui algumas características particulares, incluindo a duração limitada do armazenamento sensorial da visão, também conhecido como armazenamento icônico, e do armazenamento sensorial da audição, também conhecido como ecoico, e o processamento de novas informações pode levar ao descarte de memória armazenada. Além do armazenamento de informações sensoriais da visão e audição, a memória de trabalho de manutenção pode incluir armazenamento de informações emocionais e outras informações em vários canais sensoriais (Harvey, 2019). Segundo o autor, as informações armazenadas na memória de trabalho podem ser transferidas para o armazenamento de longo prazo, no entanto, para que esse processo ocorra, é necessário um processamento ativo ou um destaque relevante do próprio estímulo na memória de trabalho para a codificação.

Outro atributo da memória de trabalho é a manipulação das informações, que opera sobre as informações no armazenamento da memória de trabalho; o processo de manutenção e de manipulação das informações armazenadas pode ocorrer concomitantemente e sobre várias modalidades sensoriais. Além disso, o autor (Harvey, 2019) menciona uma outra característica da memória de trabalho refere-se a importância da integridade da sensação, percepção e atenção; pois informações que são atingem a consciência, podem ser armazenadas, mas normalmente não podem ser recuperadas voluntariamente, ainda que estejam disponíveis com o *prompt*⁸ implícito adequado para a evocação.

4.2.3. Memória de longo prazo

4.2.3.1. Memória declarativa, ou explícita

Harvey (2019) um componente da memória, que pode ter mais de um termo representativo, como visto acima, e que interage com os processos de armazenamento da memória de trabalho para a codificação, para o armazenamento, nestes casos, para que as informações sejam mantidas por um período mais longo, e para a recuperação. A evocação de memória referente a fatos vivenciados por uma pessoa, e a recordação consciente do passado,

⁸ Esse termo possui aplicações no contexto clínico psicológico, educacional, de terapia ocupacional e reabilitação. O *prompt*, também conhecido como dica de recuperação (em inglês, *retrieval cue*), refere-se a qualquer dica ou estímulo que é utilizado para encorajar ou guiar uma pessoa diante de um comportamento esperado, ou evocar memória, no geral, que pode envolver ativação de pensamentos ou de respostas comportamentais esperadas (American Psychological Association, 2018).

abrangendo um conjunto de informações (*e.g.*, conceitos, pessoas, eventos etc.) faz parte dos atributos da memória episódica.

Como visto anteriormente, esse tipo de processamento mnemônico possui alguns componentes (*e.g.*, codificação, armazenamento e recuperação) e todos necessários para o funcionamento eficiente da memória; e esses componentes serão descritos a seguir.

4.2.3.1.1. Processo de codificação

O processo de codificação, em termos gerais, tem como atribuição captar as informações contidas na memória de trabalho e transferi-las, ou processá-las para o armazenamento de longo prazo, seja elas verbais ou não-verbais, e podendo ser recuperadas memória processual, ou memória episódica, por exemplo. A codificação interage com os processos de armazenamento da memória de trabalho para codificar, realizar a manutenção e a recuperação das informações dentro e fora do armazenamento de longo prazo; outros componentes que serão apresentados a seguir (Harvey, 2019).

4.2.3.1.2. Processo de armazenamento

O processo de armazenamento refere-se à retenção de informações após a codificação, que pode ser recuperada em períodos longos pós-codificação. De acordo com Harvey (2019), o armazenamento é apenas afetado mediante alterações no funcionamento do cérebro, e toda informação aprendida é armazenada, contudo, as falhas de acesso a essas informações são justificadas pelas falhas de recuperação.

4.2.3.1.3. Processo de recuperação

Após o processo de codificação, há diversos modos de recuperar informações. A informação codificada por ser solicitada após a apresentação (*e.g.*, recordação livre não solicitada), ou a mesma informação poderia ter sido evocada após a apresentação de estímulos ou pistas (*e.g.*, ao indicar uma categoria semântica; dizer todos os meios de transporte) ou a apresentação de pistas relevantes e direcionadas (*e.g.*, indicar o meio que as pessoas utilizam para ir a outros países ou continentes). Outra estratégia é a memória de reconhecimento, em cuja tarefa a pessoa é solicitada a responder se um estímulo estava na lista anteriormente apresentada, por exemplo (Harvey, 2019).

4.2.3.2. Memória semântica

A memória semântica refere-se ao processo de armazenamento de longo prazo de informações verbais, e pode ser acessada no desempenho de novas tarefas de memória declarativa. A memória semântica parece sofrer pouco impacto, ou quase nulo, com o envelhecimento e continua a acumular novas informações ainda em idade avançada (Czaja *et al.*, 2006).

4.2.4. Memória não-declarativa

A memória não-declarativa, também conhecida como memória implícita, refere-se ao ramo das habilidades mnemônicas, cujo desempenho não exige o conteúdo da memória consciente (*i.e.*, habilidades motoras e perceptivas, como andar de bicicleta, escrever utilizando o teclado, dirigir um carro etc.; Squire e Dede, 2015). Segundo os autores, o estudo da memória não-declarativa iniciou com enfoque nas habilidades motoras e perceptivas, e outros processos mnemônicos foram incluídos; por exemplo, o *priming*.

4.2.4.1. Memória processual, ou procedural

A memória processual refere-se ao processo mnemônico para ações ou habilidades motoras. Quando um indivíduo aprende e lembra como andar de bicicleta, digita, realiza exercícios físicos, entre outras ações semelhantes, são exemplos do desempenho da memória processual (Oudman *et al.*, 2015). Estudos indicam que a memória processual pode ser dissociada da memória episódica, fenômeno observado em indivíduos com amnésia, que não conseguem recordar informações verbais, mas conseguem aprender e reter habilidades processuais; tal dissociação também foi observado em casos relatados na doença de Alzheimer (van Halteren-van Tilborg, Scherder e Hulstijn, 2007).

4.2.4.2. Pré-ativação, ou *priming*

Há um fenômeno importante, no qual indivíduos nomeiam e reconhecem melhor os estímulos no segundo acesso a este, é denominado como *priming*. O *priming* é a habilidade aprimorada de detectar, produzir ou classificar um item baseado em experiências passadas com este mesmo ou outro item relacionado (Tulving e Schacter, 1990). Achados relatados na

literatura científica indicam que o efeito *priming* permanece intacto em pacientes com prejuízos relacionados aos processos mnemônicos (Graf, Squire e Mandler, 1984).

4.2.4.3. Memória prospectiva

A memória prospectiva refere-se à capacidade de lembrar de realizar tarefas previamente planejadas ou idealizadas, no futuro (*e.g.*, tomar medicamentos em horários programados, atender a compromissos, preparar refeições, e outras tarefas encadeadas sequencialmente, que exigem tempo e execução de tarefas em períodos de tempo específicos; e também a memória prospectiva pode ser separada em memória prospectiva imediata e tardia (*e.g.*, ser capaz de lembrar de emitir uma resposta atrasada mediante a uma sinalização de tempo). Outra característica é que a memória prospectiva pode atuar em duas formas diferentes: baseada em eventos ou baseada no tempo; a primeira refere-se a respostas que são desencadeadas por outro estímulo (*e.g.*, desligar diminuir o fogo quando a água começar a ferver), a segunda refere-se às respostas evocadas por períodos específicos (*e.g.*, tomar o remédio pela manhã, ou às 2 horas da tarde; Kvavilashvili *et al.*, 1996; Twamley *et al.*, 2008). Prejuízos relacionados à memória prospectiva estão presentes entre as deficiências funcionais de indivíduos em condições psiquiátricas (Twamley *et al.*, 2008).

4.3. Funções executivas

O conceito global referente às funções executivas é de que são um conjunto de processos que monitoram e exercem controle sobre outras habilidades cognitivas, permitindo que os recursos cognitivos sejam empregados em resoluções de problemas e planejamento do futuro com eficiência (Diamond, 2013; Collins e Koechlin, 2012). Barkley (2001; Barkley, 1997) traz a definição para o funcionamento cognitivo, exemplificando a dinâmica supracitada e destacando a relação hierárquica entre o controle inibitório e outros processos cognitivos. O autor menciona que há três processos inibitórios, que dão suporte para habilidades superiores, como a memória de trabalho, regulação emocional, entre outras; os processos inibitórios em questão são os seguintes: inibição da resposta prepotente, interrupção de uma resposta contínua e controle de interferência.

Com isso, faz-se necessário o uso eficaz de habilidades cognitivas mais simples para alcançar o sucesso adaptativo no mundo real, por essa razão, o funcionamento executivo é definido como *top-down*. A flexibilidade cognitiva, definida como a capacidade de considerar

novas estratégias e de rejeitar esforços falhos com rapidez para a resolução de problemas, também é requerida pelo funcionamento cognitivo (Diamond, 2013).

Diante disso, não é preciso ir muito além para constatar que as funções executivas mediam comportamentos complexos (*e.g.*, cooperação social, reciprocidade e trocas sociais, aprendizagem por observação, autorregulação e autodefesa), e permeiam as relações sociais; além de terem desempenhado papel importante no desenvolvimento da espécie humana e de sua cultura (Barkley, 1997). As funções executivas são habilidades essenciais para a manutenção da saúde física e mental, para o alcance do êxito escolar e na vida diária, para a promoção do desenvolvimento cognitivo, social e psicológico (Diamond, 2013).

5. POLUIÇÃO, SONO E COGNIÇÃO

5.1. Poluição do ar e distúrbios do sono

Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de investigar os efeitos da exposição aos poluentes do ar, e algumas delas trazem correlações entre mudanças do sono saudável e a exposição aos agentes poluentes (por exemplo, materiais particulados e carbono negro; Sánchez *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2020). Algumas pesquisas utilizaram recursos objetivos de mensuração do sono, como a actigrafia e a polissonografia, enquanto outros utilizam métodos subjetivos, como os formulários de autorrelato para avaliar a duração e qualidade do sono, e os distúrbios do sono. De acordo com Krystal e Edinger (2008), os métodos objetivos para a avaliação da qualidade de sono, como a polissonografia e a actigrafia, demonstram alta confiabilidade na obtenção de informações sobre parâmetros do sono.

Na literatura científica, a exposição à poluição do ar foi medida por meio de diferentes métodos, e cada delineamento de pesquisa levou ao acesso de diferentes associações entre exposição a poluentes e alterações do sono; por exemplo, Chuang *et al.* (2018) observaram prejuízo na qualidade do sono em trabalhadores de soldagem que estavam expostos a metais pesados em material particulado MP_{2,5} na fumaça metálica. Os pesquisadores avaliaram os efeitos da exposição à fumaça metálica nas funções pulmonares, nos biomarcadores urinários e qualidade do sono em trabalhadores de soldagem. Cada indivíduo da amostra foi solicitado a usar um dispositivo pessoal para monitoramento do ar, particularmente do material particulado MP_{2,5}, durante um dia de trabalho; a qualidade do sono foi monitorada por dispositivos *wearable* com actígrafo.

Outros estudos foram realizados, extraindo dados sobre a qualidade do ar desde modelos espaço-temporais⁹ até estações de monitoramento locais, podendo gerar discrepâncias entre os resultados das análises (Liu *et al.*, 2020). An e Yu (2018) demonstraram que a duração do sono pode estar positivamente relacionada com a exposição à poluição atmosférica, ou seja, quanto maior a presença do último fator mencionado, maior o tempo de sono. Os dados da qualidade do ar foram extraídos do programa de monitoramento da qualidade do ar local.

Além das alterações na duração do sono, a poluição do ar também pode estar associada ao aumento de sintomas de apneia do sono (Schraufnagel *et al.*, 2019). Um recurso diagnóstico utilizado para detectar a presença ou identificar a severidade da apneia, é o índice de apneia-

⁹ De acordo com Ribeiro e Mingoti (2007, p. 1), os “modelos espaço-temporais são ferramentas probabilísticas para análise de dados e predições que representam as dependências espaciais e temporais entre as observações”, e podem estar baseados em imagens de satélite e variações meteorológicas.

hipopneia, que é uma medida da frequência de interrupções no fluxo de ar durante o sono; e pesquisas (Cassol *et al.*, 2012; Weinreich *et al.*, 2018) demonstraram que essa medida está positivamente associada à temperatura, a umidade, e a exposição aos agentes poluentes do ar (*e.g.*, ozônio, dióxido de carbono, e MP_{2,5} e MP₁₀). Uma revisão sistemática (Liu *et al.*, 2020) reuniu publicações sobre os efeitos da exposição à poluição do ar, e os autores constataram que metade da literatura compilada investigou os efeitos da poluição atmosférica sobre o sono de adultos, particularmente, destacando os distúrbios respiratórios do sono (*e.g.*, apneia obstrutiva do sono, síndrome da resistência das vias aéreas superiores e o ronco primário). Outros estudos demonstraram que a hipóxia pode estar positivamente relacionada à exposição aos materiais particulados (*i.e.*, Shen *et al.*, 2018; Zanobetti *et al.*, 2010).

Cao, Chen e McIntyre (2021) propuseram dois mecanismos, que possivelmente poderiam estar atuando na influência entre poluentes do ar e qualidade de sono. O primeiro mecanismo é descrito pelo efeito direto das partículas no sistema respiratório superior e inferior, podendo gerar inflamações, inchaços e aumento do estresse oxidativo celular. Esse processo pode elevar a resistência nas vias respiratórias e reduzir a capacidade respiratória, afetando consequentemente o sono. Outro mecanismo, apresentado inicialmente por Oberdörster *et al.* (2004) em pesquisa com animais (*e.g.*, roedores), propondo que as partículas podem interagir com o sistema nervoso central, acessando o cérebro por meio da barreira hematoencefálica através do nervo olfativo, contribuindo para o estresse oxidativo no cérebro e para a neuroinflamação. De acordo com Orrù *et al.* (2017), o estresse oxidativo e a inflamação têm correlação significativa com a apneia obstrutiva do sono.

5.2. Poluição e desenvolvimento cognitivo

Entre os prejuízos que a poluição do ar pode causar ao ser humano e sua saúde, a exposição a grandes concentrações de poluentes pode levar a disfunções cognitivas, prejuízos no desenvolvimento psicomotor e de inteligência, estresse social, transtornos do humor, e sintomas emocionais desfavoráveis (Schraufnagel *et al.*, 2019).

Pesquisas (*i.e.*, Chen *et al.*, 2017; Jedrychowski *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2021) mostram que a poluição do ar causa efeitos danosos ao sistema nervoso central, incluindo o comprometimento das funções cognitivas, aumento do risco de demência, e de acidente vascular cerebral em idosos. Um estudo realizado com uma amostra de 4,4 milhões de indivíduos entre 20 e 50 anos, e 2,2 milhões de indivíduos entre 55 e 85, demonstrou que o fator

de risco para demência estava correlacionado com a distância e proximidade a rodovias (Chen *et al.*, 2017).

Outras pesquisas indicam que a poluição do ar pode causar danos ao cérebro que está em desenvolvimento, podendo prejudicar a cognição ao longo da vida. Um estudo (Guxens *et al.*, 2014) constatou que a exposição a poluição do ar durante a gravidez, especificamente ao dióxido de nitrogênio (NO₂), estava associada a prejuízos no desenvolvimento psicomotor; a amostra contou com 9.482 crianças. Outro estudo (Jedrychowski *et al.*, 2015), realizado em uma investigação longitudinal, teve como objetivo avaliar os efeitos da exposição à poluição do ar (*e.g.*, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos) durante a gravidez, em bebês e crianças no decorrer de seu desenvolvimento. A pesquisa incluiu 170 crianças, cujas mães foram inscritas no estudo no primeiro ou segundo trimestre de gestação; o resultado demonstrou correlação entre a exposição à poluição do ar na gravidez e a disfunção cognitiva na infância.

Uma pesquisa comparativa realizada na Cidade do México (México; Calderón-Garcidueñas *et al.*, 2008), constatou pior desempenho cognitivo e maior quantidade de lesões cerebrais no lobo pré-frontal entre crianças que viviam em áreas mais poluídas. O mesmo estudo relatou que cães expostos a concentrações aproximadas de poluição do ar, apresentaram lesões pré-frontais semelhantes e depósitos de partículas ultrafinas dentro dessas lesões. De acordo com Chen *et al.* (2021), a alta exposição a materiais particulados MP_{2,5}, dióxido de enxofre, óxido nítrico, dióxido de nitrogênio, e óxidos de nitrogênio, podem levar ao declínio cognitivo e aos prejuízos específicos no funcionamento cognitivo; a pesquisa foi realizada com uma amostra de 5.000 indivíduos.

Como mencionado anteriormente, esses mesmos agentes poluentes que podem levar ao declínio cognitivo (Chen *et al.*, 2021), também desencadeiam condições clínicas adversas relacionadas ao sono (Liu *et al.*, 2020). Assim, considerando as propriedades fundamentais do sono sobre o desenvolvimento do cérebro (Tarokh, Saletin e Carskadon, 2016) e a manutenção do funcionamento cognitivo (Cajochen *et al.*, 2004; Lo *et al.*, 2016; Greer *et al.*, 2016; Ma *et al.*, 2015; Goldstein e Walker, 2014; Abel *et al.*, 2013), podemos refletir sobre o encadeamento triplice composto pela exposição às concentrações elevadas de poluentes atmosféricos, conseqüente prejuízo do sono e o reduzido desempenho cognitivo, consonante às perturbações e condições clínicas do sono.

5.3. Distúrbios do sono e cognição

Alguns estudos destacam a importância do sono como suporte ao desempenho cognitivo (*i.e.*, Kurth *et al.*, 2012; Manson *et al.*, 2021). Manson *et al.* (*ibid.*) mencionam que é importante considerar as diferenças individuais no sono como fatores subjacentes às diferenças individuais no desenvolvimento cognitivo e maturação do cérebro.

Pesquisas têm sido realizadas com enfoque na associação entre a microarquitetura do sono e o desenvolvimento do cérebro (*i.e.*, Kozhemiako *et al.*, 2024; Clawson, Durkin e Aton, 2016; Kurth *et al.*, *op. cit.*). Kurth *et al.* (*op. cit.*), relatam que a atividade máxima de ondas lentas muda das áreas posterior para anterior, como podemos ver na Figura 6, paralelamente ao desenvolvimento cortical (*cf.* Shaw *et al.*, 2008; Kurth *et al.*, 2010).

Figura 6. Distribuição da atividade de ondas lentas por faixas etárias.

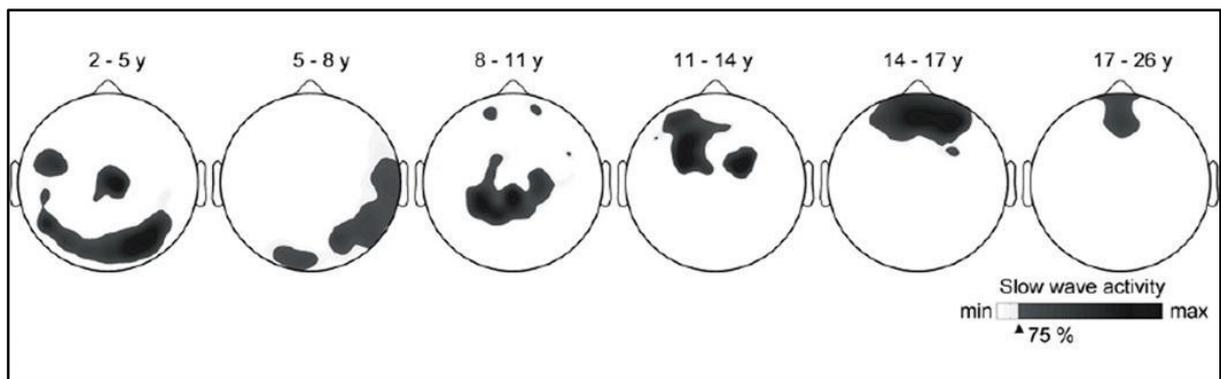


Figura elaborada por Kurth *et al.* (2015). A figura acima representa um achado dos autores, referente a “[...] uma mudança na atividade máxima das ondas lentas das regiões posterior para anterior ao longo da idade” (*ibid.*, p. 6, tradução nossa). A representação acima refere-se a 25% dos principais valores de atividade de ondas lentas mapeados.

Em uma pesquisa transversal, cuja amostra variava de dois a 26 anos, foi observado que a topografia da atividade máxima de ondas lentas previu o desenvolvimento do desempenho cognitivo e a maturação da substância cinzenta (Kurth *et al.*, 2017). Ainda de acordo com os autores, entre os indivíduos de dois a 13 anos, a distância de propagação da atividade de ondas lentas “[...] correlacionou-se positivamente com o conteúdo de mielina¹⁰ no cérebro inteiro e inter-hemisférico, enquanto a velocidade de propagação e o envolvimento cortical

¹⁰ Os achados descritos acima são relevantes, pois a mielina é um componente central da microestrutura (*e.g.*, membrana lipídica que recobre os axônios) da substância branca e seu crescimento é uma característica principal do neurodesenvolvimento no início da vida (Deoni *et al.*, 2012) e fundamental para o desenvolvimento cognitivo (Fields, 2008).

correlacionaram-se com o conteúdo de mielina no fascículo longitudinal superior¹¹” (*ibid.*, tradução nossa). De acordo com Kurth *et al.* (2012), os padrões observados sugerem que a topografia e a dinâmica da atividade de ondas lentas podem acompanhar o desenvolvimento inicial do cérebro.

Além das contribuições sobre a maturação do cérebro, foi apresentado em um estudo (*id.*, 2013), que o sono também está associado ao desenvolvimento da conectividade funcional do cérebro; resultado de uma análise longitudinal de crianças de 2, 3 e 5 anos. Tal estudo oportunizou a observação de mudanças noturnas na coerência do EEG, medida que indica a correlação funcional entre diferentes áreas do cérebro, variando conforme a idade. Os autores constataram que o sono pode modular a conectividade neural na primeira infância, mencionando que, em todas as idades, o sono noturno promove a coerência inter-hemisférica na maioria das frequências de sono, à medida que a coerência intra-hemisférica tende a diminuir.

Partindo da perspectiva da maturação do cérebro, sugere-se que alterações do sono também podem influenciar o desempenho cognitivo do ser humano. Segundo Sen e Tai (2023), o sono empobrecido pode levar a redução da massa do cérebro, afetando, conseqüentemente, a cognição. Muitos estudos avaliam diferenças de desempenho em tarefas de memória entre grupos, um caracterizado pela amostra com insônia, e outro grupo, com boa noite de sono (*i.e.*, Shekleton *et al.*, 2014; Haimov, Hanuka e Horowitz, 2008; Fortier-Brochu e Morin, 2014). As tarefas cognitivas mais comuns em pesquisas que investigam o desempenho da memória nessas condições são de memória de trabalho, e de memória processual e explícita (Brownlow, Miller e Gehrman, 2020). Alguns estudos (*i.e.*, Shekleton *et al.*, *op. cit.*; Haimov, Hanuka e Horowitz, *op. cit.*; Fortier-Brochu e Morin, *op. cit.*) demonstram resultados relevantes sobre o desempenho da memória entre aqueles que têm boas noites de sono.

Mason *et al.* (2021) mencionam que o sono promove resultados positivos associados à aprendizagem e na consolidação de memória (*e.g.*, memória declarativa). E outros autores (*i.e.*, Ma *et al.*, 2020) relatam em sua pesquisa, que durações extremas de sono (*e.g.*, ≤ 4 ou ≥ 10 horas por noite) podem estar associadas ao desempenho cognitivo reduzido, como demonstrado no início do estudo, bem como, ao declínio cognitivo rápido, como observado nas avaliações de acompanhamento. Outros estudos destacaram a associação entre a duração do sono, redução do

¹¹ O fascículo longitudinal superior é uma estrutura da substância branca, composta por feixes bidirecionais de neurônios que conectam as áreas anterior e posterior do cérebro entre os córtices pré-frontal, temporal, occipital e parietal (Koshiyama *et al.*, 2020).

volume cortical e prejuízo no desempenho cognitivo (*cf.* Tai *et al.*, 2022; Sanchez-Espinosa, Atienza e Cantero, 2014).

A associação entre distúrbios do sono e desempenho cognitivo também tem ganhado espaço na literatura científica, especialmente, algumas síndromes respiratórias relacionadas ao sono. Bucks, Olaithe e Eastwood (2013) relataram que a apneia obstrutiva do sono influencia o funcionamento cognitivo em adultos, contudo, Alsubie e BaHammam (2017) comentam que o impacto por ser ainda mais severo entre crianças, devido ao processo patológico nas estruturas plásticas do cérebro. A apneia obstrutiva do sono pode causar a fragmentação do sono e hipoxemia intermitente, aumentando a vulnerabilidade para doenças neurodegenerativas; ademais, microdespertares frequentes podem ocasionar tanto a alteração da macroarquitetura do sono, quanto da microarquitetura (*i.e.*, Ju *et al.*, 2019; Peregrim *et al.*, 2019; Ondze *et al.*, 2003).

6. JUSTIFICATIVA

A poluição do ar é um assunto que tem ganhado espaço na academia científica e na sociedade geral, especialmente após a identificação da associação entre partículas inaláveis (*e.g.*, material particulado inalável, MP₁₀), e patologias e condições clínicas diversas, que variam entre implicações no desenvolvimento cognitivo, câncer no pulmão, transtornos neonatais, entre outras condições que variam em relação a severidade, complexidade e o comprometimento crônico. Pesquisas têm sido realizadas, destacando a interação entre a exposição a agentes poluentes do ar e qualidade de sono, ou desempenho cognitivo.

Sabemos que a exposição às grandes concentrações de poluentes do ar, pode gerar efeitos sobre a qualidade do sono, particularmente, quando associada a distúrbios do sono e ao aumento da severidade de apneia, entre uma população exposta a esses agentes danosos (*i.e.*, He *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2023). Achados científicos (*i.e.*, Mason *et al.*, 2021; El-Khatib *et al.*, 2021; Newbury *et al.*, 2021) confirmam a relação entre o sono e a consolidação da memória, em seus variados aspectos, sendo muito relevante para os processos de aprendizagem. As pesquisas também sugerem que o sono desempenha suporte para outras funções cognitivas e para regulação comportamental.

Atualmente, apesar da contribuição científica para a ampliação da consciência sobre saúde e meio ambiente, ainda podemos ler notícias sobre o aumento da emissão de poluentes e de gases causadores do efeito estufa, e, concomitantemente, também podemos ver dados de instituições de saúde sobre o aumento da incidência de distúrbios do sono e patologias alérgicas, bem como, de diagnósticos de transtornos de aprendizagem, e déficits relacionados aos processos atencionais. De acordo com o Ministério da Saúde (2022), a incidência de Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) no Brasil, é semelhante aos dados relatados a nível mundial; de 7,6% de crianças e adolescentes, entre seis e 17 anos, 5,2% de jovens adultos e adultos, entre 18 e 44 anos, e 6,1% de adultos com mais de 44 anos.

Tendo em vista os dados brevemente apresentados, a atual pesquisa buscou investigar a associação tríade entre exposição a poluentes do ar, qualidade de sono e desempenho cognitivo entre adultos. Devido ao histórico de dinâmica industrial e às condições climáticas intensas, a Baixada Santista ainda é destaque sobre os aspectos da qualidade do ar. Dessa forma, a investigação sobre os efeitos da poluição do ar na qualidade de sono e no desempenho cognitivo de adultos na Baixada Santista, terá como objetivo social, alertar a população sobre os reflexos da exposição à concentrações elevadas de poluente do ar, e, com isso, estimular a elaboração e adoção de novas políticas públicas complementares sobre o monitoramento e intervenção da

qualidade do ar, visando ampliar o bem estar cognitivo e psicológico, e aprimorar o direcionamento sobre orientações em saúde; levando em consideração os marcadores de qualidade do ar.

Figura 7. Qualidade do ar da cidade de Santos em tempo real.

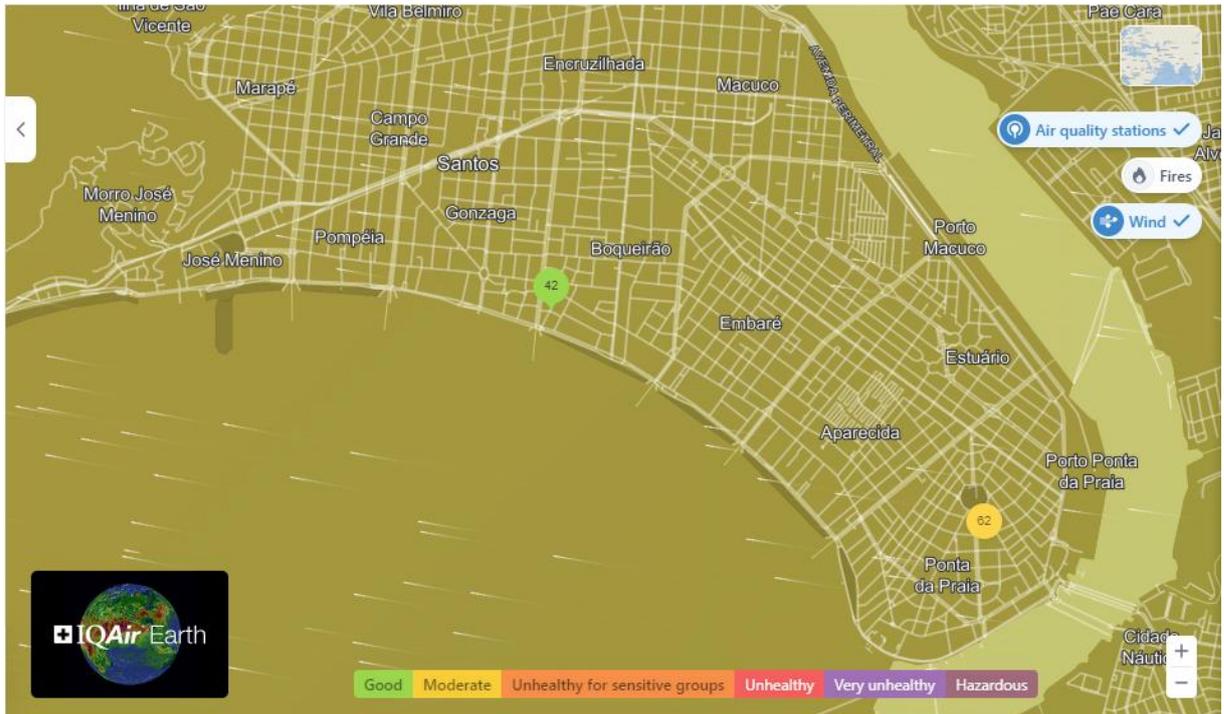


Imagem disponibilizada por IQAir (2025). Data e hora de referência: 27 fev. 2025, meia noite e vinte quatro minutos (horário de Brasília).

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo geral

Analisar a relação entre exposição crônica às partículas inaláveis grossas (MP₁₀), incidência de distúrbios do sono e alterações no desempenho cognitivo em adultos.

7.2. Objetivos específicos

Em adultos, entre 18 e 35 anos da Baixada Santista, expostos ou não a níveis elevados de poluentes atmosféricos:

- a. Descrever a incidência de distúrbios do sono e o nível de qualidade do sono entre os participantes;
- b. Caracterizar os perfis de desempenho cognitivo, com enfoque nos processos atencionais, mnemônicos e de funções executivas;
- c. Identificar relação entre os registros dos instrumentos de polissonografia domiciliar, e os resultados obtidos da performance nas avaliações neuropsicológicas ministradas;
- d. Comparar as amostras selecionadas, com base nos resultados mensurados entre os recursos vigentes (*e.g.*, avaliação neuropsicológica, controle autonômico, polissonografia domiciliar).

8. HIPÓTESE INICIAL

Diante das reflexões sobre o efeito da qualidade do ar sobre a saúde (*e.g.*, ocorrência de doenças respiratórias, apneia e conseqüente incidência de distúrbios de sono), e seu impacto indireto no desempenho cognitivo relatado na literatura científica (*e.g.*, controle inibitório reduzido, ansiedade e estresse, desempenho dos processos atencionais prejudicado etc.), a atual pesquisa inclinou-se para hipótese de que os adultos expostos a grandes concentrações de poluentes do ar, experienciam impacto sobre a qualidade do sono e, conseqüentemente, prejuízos no desempenho cognitivo.

Para elucidar a contemplação da hipótese, o processo investigativo e a análise dos dados obtidos seguiram coerência do encadeamento dos fatores, como mencionado abaixo:

- a. A qualidade do sono estará associada a exposição prolongada a altas concentrações de poluentes do ar;
- b. O impacto na qualidade do sono, evidenciando a incidência de distúrbios do sono, estará associada a prejuízos no desempenho da cognição, especificamente, das funções executivas;
- c. O impacto no desempenho das funções executivas estará relacionado ao desempenho prejudicado do sono, cuja variação será proporcional ao nível de exposição a poluentes do ar sobre a amostra selecionada.

9. METODOLOGIA

9.1. Pesquisa bibliográfica

Para a composição dos capítulos apresentados anteriormente, foram realizadas buscas em bases de dados científicas, como: PubMed, ScienceDirect, APA PsycNet, e Scielo. Os capítulos possuem o delineamento bibliográfico exploratório, ou seja, não foram aplicados métodos de revisão sistemática para a coleta de dados. Não houve critérios de exclusão relacionados ao idioma ou ao ano de publicação, tendo em vista que, alguns dados científicos ainda não tiveram atualizações desde sua publicação, ou obtiveram poucas considerações (*e.g.*, informações sobre as características do sono e sua associação com as fases do desenvolvimento); e alguns conceitos utilizados são considerados canônicos, justificando a falta de critério relacionado ao período de publicação.

A seguir, Tabela 1 para a indicação das locuções, composta pelos descritores, utilizadas nas bases de dados supracitadas.

Tabela 1. Descritores utilizados, com maior frequência, para a coleta nas bases de dados.

Capítulos	Locução
Poluição do ar	<i>air pollution AND cognition; air pollution AND sleep; air pollution OR outdoor air pollution AND sleep apnea</i>
Sono	<i>sleep AND cognition; sleep AND human development; sleep AND adults</i>
Funções cognitivas	<i>executive functions AND sleep; air pollution AND memory</i>
<i>Poluição, sono e cognição</i>	Todos os descritores inseridos anteriormente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Também foram realizadas buscas entre as referências citadas pelos autores em seus trabalhos. Dados sobre a poluição do ar de organizações internacionais também foram considerados, por meio de uma busca particularmente documental direcionada a essa temática.

Foram incluídas preferencialmente pesquisas com enfoque no público de adultos; trabalhos acadêmicos voltados a poluição do ar externa e interna, e dados documentais de órgãos internacionais; materiais conceituais sobre sono, e seus diversos aspectos (por exemplo, microestrutura e macroestrutura do sono, arquitetura do sono, ritmo circadiano, pressão homeostática do sono etc.). Publicações sobre doenças cardiovasculares e diabetes exclusivamente, bem como trabalhos com foco restrito na população idosa não foram incluídos na revisão; além disso, artigos sobre efeitos de exercícios físicos, agentes farmacológicos, neurodesenvolvimento atípico e pesquisa entre gestantes também não foram considerados para a composição dos capítulos.

9.2. Pesquisa de campo

9.2.1. Apreciação do Comitê de Ética

O projeto de pesquisa, inicialmente intitulado como “O efeito da poluição do ar na qualidade de sono entre adolescentes” (Anexo A), foi submetido na Plataforma Brasil no mês de outubro de 2023, sendo aprovado no mesmo mês após consideração e atendimento de todos os requisitos orientados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Católica de Santos. Como mencionado, o perfil de voluntários previsto para participar da pesquisa era de adolescentes, na faixa etária entre 15 e 18 anos, de ambos os sexos, e regularmente matriculados no ensino básico de diferentes regiões da Baixada Santista.

Conduto, um novo documento foi submetido na Plataforma Brasil no mês de abril de 2024, sugerindo ampliação da faixa etária da amostra, agora entre 15 e 35 anos; os reajustes foram aprovados no mesmo mês de submissão, e o projeto de pesquisa foi intitulado como “O efeito da poluição do ar na qualidade de sono e no desempenho cognitivo de jovens e adultos” (CAAE 72148123.7.0000.5536; Anexo B).

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), foram elaborados para o direcionamento e orientação de adolescentes e seus responsáveis legais. A participação do adolescente estava condicionada ao consentimento de seu responsável legal. Um outro Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE; Anexo C) foi elaborado para os participantes com maior idade legal; os termos foram revisados e aprovados durante a contemplação ética do comitê.

9.2.2. Companhia Ambiental do Estados de São Paulo (CETESB)

Para a análise posterior, foram coletados dados documentais sobre as concentrações de poluentes do ar, especialmente sobre os materiais particulados, fornecidos pelas estações de monitoramentos da qualidade do ar da Companhia Ambiental do Estados de São Paulo (CETESB), por meio de sua plataforma *online*. As informações apresentadas no *website* são de domínio público, e podem ser acessadas mediante cadastro gratuito *online*.

9.2.3. População e amostra

No projeto de pesquisa, o perfil de voluntários previsto para participação foi de jovens, de 15 a 24 anos, e adultos, de 25 a 35 anos, de ambos os sexos e de diferentes regiões da Baixada Santista. Contudo, ao final, apenas os dados referentes à participação de indivíduos entre 18 e 35 anos foram considerados para compilação e análise no presente estudo. Os participantes eram moradores das cidades de São Vicente, Santos, Praia Grande, Guarujá e Cubatão. O critério de exclusão abrangia aqueles voluntários que apresentassem transtornos neuropsiquiátricos da linguagem e compreensão, além de condições psicológicas que poderiam oferecer impacto sobre o sono (*e.g.*, esquizofrenia, depressão, ansiedade etc.). Em resumo, 56 voluntários ($f=36$, $m=20$) tiveram suas participações efetivadas e completaram a avaliação neuropsicológica e o exame de polissonografia domiciliar, bem como, entregaram todas as escalas e inventários de autorrelato.

9.2.4. Instrumentos

Alguns instrumentos de avaliação foram selecionados para o rastreamento de informações sobre os aspectos que contemplam a hipótese da atual pesquisa (por exemplo, cognição e sono). Tarefas cognitivas têm sido utilizadas em pesquisas que buscam verificar a associação entre qualidade do ar e cognição (*i.e.*, Lohmanna *et al.*, 2023; Klausen *et al.*, 2023; Mallach *et al.*, 2023), e entre sono e cognição (*i.e.*, Killgore *et al.*, 2020; Lo *et al.*, 2016; Redeker *et al.*, 2023).

9.2.4.1. Bateria de avaliação neuropsicológica

9.2.4.1.1. Figuras Complexas de Rey

O teste Figuras Complexas de Rey (FCR; Zhang *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2004), ou também conhecido como *The Rey–Osterrieth Complex Figure*, é um instrumento avaliativo, que comumente compõem avaliações neuropsicológicas. O teste é utilizado para a avaliação das habilidades de visuoconstrução e memória visual, incluindo tarefas de cópia e evocação mnemônica imediata. Ao reproduzir a figura apresentada, múltiplas dimensões cognitivas podem ser avaliadas, incluindo os processos atencionais, coordenação motora fina, percepção visuoespacial, memória não-verbal, habilidade de planejamento e orientação espacial.

9.2.4.1.2. Escala Wechsler Abreviada de Inteligência

A Escala Wechsler Abreviada de Inteligência (em inglês, *Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence*, WASI; Wechsler, 1999; Yates *et al.*, 2006) é considerada um instrumento confiável para a avaliação de inteligência no contexto clínico, educacional e acadêmico. A escala é composta por quatro subtestes (*e.g.*, Vocabulário, Cubos, Semelhanças e Raciocínio Matricial), os quais, por meio da soma entre escores, fornecem três índices, como: o QI da escala total, o QI Verbal, por meio da soma de escores entre Vocabulário e Semelhanças, e o QI de Execução, por meio da soma de escores entre Cubos e Raciocínio Matricial. O escore do QI Verbal, reflete o desempenho das habilidades cristalizadas, e é fornecido por dois tipos de pontuações: do subteste Vocabulário, que mensura o repertório léxico e a formação de conceitos verbais, e do subteste Semelhanças, que avalia o raciocínio verbal e a formação de conceitos. O QI de Execução é fornecido por dois escores: do Raciocínio Matricial, que avalia a capacidade do processamento de informações visuais e habilidades de raciocínio abstrato, e de Cubos, que mensura a habilidade de analisar e sintetizar estímulos visuais abstratos, formação de conceitos não-verbais, percepção e organização visual, capacidade de separar figura e fundo em estímulos visuais, coordenação visomotora, e aprendizagem.

9.2.4.1.3. Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey

O Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey (em inglês, *Rey Auditory-Verbal Learning Test*, RAVLT; Malloy-Diniz *et al.*, 2007) é utilizado para avaliar memória de curto

prazo, aprendizagem verbal, suscetibilidade a interferências, retenção de informação e memória de reconhecimento.

9.2.4.1.4. Teste Wisconsin de Classificação de Cartas

O Teste Wisconsin de Classificação de Cartas (em inglês, *Wisconsin Card Sorting Test*, WCST; Silva Filho, 2007) é utilizado para avaliar habilidades relacionadas às funções executivas (por exemplo, planejamento, flexibilidade cognitiva, memória de trabalho, monitoramento e inibição de perseverações, ou controle inibitório. A pessoa avaliada é solicitada a realizar combinações entre as cartas dispostas a sua frente e as cartas agrupadas e empilhadas em dois montes. O participante deve responder às combinações conforme alguns modos de classificação; o avaliador fornece *feedbacks* para cada resposta, e o avaliando deverá considerá-los para as combinações futuras, até completar a quantidade de associações esperadas para a categoria vigente, e então, a regra de classificação muda para que uma nova regra de associação seja contemplada. Os principais parâmetros de mensuração do teste incluem o número de categorias concluídas ao longo da realização do teste, o número total de erros e o número de erros de perseverança, ou seja, persistência em um modo de associação após uma mudança de regra de classificação (van Timmeren *et al.*, 2018).

9.2.4.2. Formulários de autorrelato

9.2.4.2.1. Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh

O Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (em inglês, *Pittsburgh Sleep Quality Index*, PSQI) é uma ferramenta autoaplicável, e tem como objetivo quantificar os seguintes componentes do sono: qualidade subjetiva do sono, latência do sono, duração do sono, eficiência do sono habitual, distúrbios do sono, uso de medicação para dormir e disfunção diurna. A pontuação final pode indicar uma inferência geral sobre a qualidade do sono no último mês (Barclay e Ellis, 2013; Passos *et al.*, 2017).

9.2.4.2.2. Escala de Sonolência Epworth

A Escala de Sonolência Epworth (em inglês, *Epworth Sleepiness Scale*) é um instrumento de autorrelato, que quantifica a taxa de probabilidade de adormecer em oito

situações cotidianas. Cada item da escala é pontuado de 0 a 3, permitindo uma faixa de pontos de zero e 24 para uma pontuação total. Os pacientes com escores totais acima de 10 pontos são considerados excessivamente sonolentos e utilizados como marcador de sonolência patológica (Boari *et al.*, 2004; Gumenyuk *et al.*, 2010).

9.2.4.2.3. Escala de Impulsividade de Barratt

A Escala de Impulsividade de Barratt (em inglês, *Barratt Impulsiveness Scale*, BIS-11) consiste em um instrumento de autorrelato, cujas questões estão relacionadas às manifestações da impulsividade de acordo com o modelo teórico apresentado por Ernst Barratt. Além de um escore global, a BIS-11 permite o cálculo de escores parciais correspondentes a três aspectos da impulsividade: (a) a impulsividade motora; (b) atencional; e (c) por não planejamento (Malloy-Diniz *et al.*, 2010).

9.2.4.2.4. Índice de Gravidade de Insônia

O Índice de Gravidade de Insônia (em inglês, *Insomnia Severity Index*, ISI) é um dos questionários recomendados pela *American Association Sleep Medicine* como medida prática e eficaz para realizar a triagem e avaliar a gravidade da insônia. O objetivo do instrumento é mensurar a percepção do indivíduo sobre os sintomas e as consequências da insônia e o grau de preocupação e estresse, devido às dificuldades relacionadas ao sono. Dado a sua brevidade e simplicidade, este questionário autoaplicável é composto por 7 itens que podem ser quantificados por meio de escalas tipo *Likert* de zero a quatro, permitindo uma faixa de pontos de zero e 28 para uma pontuação total. No presente estudo, os pacientes com escores totais acima de 15 pontos são considerados com insônia clínica (Bastien, Vallieres e Morin, 2001; Gumenyuk *et al.*, 2010).

9.2.4.2.5. Escala de Estresse Percebido

Do inglês, *Perceived Stress Scale* (PSS), a escala tem como objetivo avaliar a percepção de estresse de indivíduos sob três perspectivas: (a) a presença de agentes específicos causadores do estresse; (b) os sinais físicos e psicológicos do estresse; e (c) a percepção geral de estresse independente do agente que atua na provocação do estresse (Faro, 2015).

9.2.4.2.6. Índice de Higiene do Sono

O Índice de Higiene do Sono (em inglês, *Sleep Hygiene Index*, SHI) é um instrumento de autorrelato com o objetivo de avaliar a presença de comportamentos relacionados à higiene do sono. O índice conta com 13 itens direcionados a rastrear comportamentos mal adaptados e hábitos disfuncionais relacionados ao sono. A pessoa avaliada é solicitada a relatar a frequência (e.g., sempre, frequentemente, às vezes, raramente e nunca) com a qual ela engaja-se em comportamentos listados por meio de uma escala *Likert*. E, o resultado gerado por meio da somatória das pontuações de todos os itens, fornece um panorama global sobre a higiene do sono, sendo as pontuações mais altas, indicativas de má higiene do sono (Mastin, Bryson e Corwyn, 2006; Tonon *et al.*, 2020).

9.2.4.2.7. Questionário de Berlim

O Questionário de Berlim é um instrumento de autorrelato, que avalia os fatores de risco para apneia do sono e é composto por 11 questões agrupadas em três categorias: 1ª categoria inclui cinco itens sobre o ronco, 2ª categoria inclui três itens sobre sonolência diurna, sonolência condução, ou ambos e 3ª categoria inclui histórico de hipertensão arterial ou índice de massa corporal superior a 30 kg/m² (Ahmadi *et al.*, 2008; Martineli e Vilela-Martin, 2013).

9.2.4.2.8. Escala de Avaliação de Disfunções Executivas de Barkley

A Escala de Avaliação de Disfunções Executivas de Barkley (em inglês, *Barkley Deficits in Executive Functioning Scale*, BDEFS; Barkley, 2011; Kamradt *et al.*, 2021) é um questionário de autorrelato, cujo objetivo é avaliar diferentes aspectos das funções executivas relacionados ao desempenho de tarefas de vida diária, considerando os últimos seis meses como janela de apuração para autoavaliação. A escala é destinada a adultos com idades entre 18 e 81 anos, e divide-se em cinco itens que avaliam esferas específicas das funções executivas da vida cotidiana: autogestão do tempo, auto-organização/resolução de problemas, autocontenção, automotivação e autorregulação da emoção. O sistema de pontuação do BDEFS envolve o cálculo individual de pontuações dos cinco itens, a pontuação total entre todos os itens, a contagem de sintomas do funcionamento executivo, e o índice de TDAH, associado aos déficits em funções executivas.

9.2.4.2.9. Inventário de Depressão de Beck, 2ª edição

O Inventário de Depressão de Beck (em inglês, *Beck Depression Inventory, 2nd Edition*; BDI-II) é um instrumento de autorrelato composto por 21 itens, com o objetivo de rastrear sinais existentes de depressão, referente às últimas duas semanas, bem como identificar níveis de gravidade. Cada um dos itens abordados pelo instrumento corresponde a um sintoma de depressão. (Beck, Steer e Brown, 1996; Huang e Chen, 2015).

9.2.4.3. Polissonografia domiciliar

Por meio de um oxímetro de alta resolução, o sensor Oxistar™ (Biologix Sistemas S.A., Brasil), equipado com um acelerômetro e sincronizado por Bluetooth a um aplicativo de celular, que grava o ronco. O sensor realiza registros dos seguintes marcadores: saturação de oxigênio, frequência cardíaca, movimento, intensidade do ronco, estimativa de sono, carga hipóxica e risco de fibrilação atrial. O dispositivo possui validação clínica para a realização do exame de polissonografia nos ambientes clínico e domiciliar (Pinheiro *et al.*, 2020; Hasan *et al.*, 2022), e do algoritmo de classificação de sono (Domingues *et al.*, 2024).

9.2.5. Procedimentos

Algumas avaliações neuropsicológicas ocorreram na Universidade Católica de Santos, bem como, em outros espaços de locação particular. Os voluntários se dirigiam a esses locais, onde ocorriam as avaliações por meio dos seguintes instrumentos já citados: Escala Wechsler Abreviada de Inteligência, Teste Wisconsin de Classificação de Cartas, Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey, Figuras Complexas de Rey; a administração dos testes seguiu, preferencialmente, a ordem supracitada, devido às particularidades relacionadas às dinâmicas de pausas de dois testes (*e.g.*, Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey, e Figuras Complexas de Rey), e às exigências na dinâmica de respostas dos demais, que poderiam causar engajamento rebaixado quando administrados no final da avaliação; constatação empírica durante a abordagem com voluntários.

Os exames de polissonografia ocorreram no ambiente domiciliar de cada voluntário. Primeiramente, os voluntários foram previamente cadastrados na plataforma da Biologix, para liberação do exame. Os voluntários deveriam completar o cadastro através do aplicativo baixado no celular, complementando as informações iniciais com dados de condições de saúde

comórbidos, uso de medicamentos, peso, altura etc. Antes de dormir, o voluntário posicionaria o aparelho no indicador de qualquer uma das mãos, e fixaria o sensor com auxílio de uma fita adesiva (*i.e.*, micropore). O aplicativo da Biologix deveria estar aberto, para que a sincronização de dados fosse realizada entre o sensor e o celular por meio do Bluetooth, após dado início pelo botão de comando do aplicativo.

Não houve critério estabelecido sobre a ordem de administração entre o exame de polissonografia domiciliar e a avaliação neuropsicológica, contudo, essas duas etapas da pesquisa não poderiam ocorrer em um intervalo de tempo maior que dois meses. No decorrer do período de avaliação, entre as testagens e o exame domiciliar, foram entregues 9 escalas e inventários de autorrelato.

9.2.6. Análise estatística

Os dados coletados no presente estudo foram tabulados em uma planilha eletrônica (Excel[®]), cuja análise estatística foi conduzida em três etapas principais com o auxílio da 18ª versão do software IBM SPSS *Statistics*. Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva dos dados, com o objetivo de caracterizar o perfil da amostra em termos sociodemográficos, clínicos, comportamentais e neuropsicológicos. Para isto, foram calculadas a medida de tendência central (*i.e.*, média), dispersão (*i.e.*, desvio padrão, mínimo e máximo) e frequência relativa para variáveis categóricas tais como sexo, escolaridade, regiões de residência, entre outras. Em seguida, foi avaliada a distribuição das variáveis dependentes e independentes por meio de teste de normalidade (*i.e.*, Shapiro-Wilk), além da análise de assimetria e curtose, com o intuito de definir o tipo mais apropriado de teste inferencial. Devido à presença de variáveis com distribuições não gaussianas e ao tamanho amostral, optou-se prioritariamente por ferramentas não paramétricas. Para examinar possíveis associações entre os níveis de exposição crônica ao material particulado inalável (MP₁₀), os parâmetros fisiológicos do sono, como a saturação periférica de oxigênio (SpO₂), e os escores nos domínios cognitivos e afetivos, foram utilizadas correlações de Spearman ($\rho = \text{rho}$). Esse coeficiente permitiu avaliar a direção e a intensidade das relações monotônicas entre as variáveis contínuas, sem pressupor normalidade. Por fim, o nível de significância adotado no presente estudo foi de 5% ($p \leq 0,05$) para identificação de associações estatisticamente significativas. Foram também consideradas correlações marginais ou tendências estatísticas para valores de $0,05 < p \leq 0,10$, como critério exploratório, dada a complexidade multidimensional das variáveis analisadas.

9.2.6.1. Medida global de exposição crônica (MP₁₀)

Para a análise estatística, foi necessário obter um valor único de média móvel global para da matriz de defasagem, referente aos valores diários de MP₁₀ dos 13 dias anteriores à data de referência – a partir da avaliação neuropsicológica. Essa abordagem é comumente utilizada em estudos de séries temporais para representar o efeito distribuído da exposição ao longo do tempo, com base em matrizes de defasagem; ou *lag structures*. Conforme equação apresentada abaixo, obtivemos a medida geral da exposição crônica.

$$\bar{\theta}_{13} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta_{13,i} \quad (1)$$

Indicada como $\bar{\theta}_{13}$, esta medida é calculada por meio da soma dos valores individuais $\theta_{13,i}$, dividida pelo número total de observações n , conforme expresso na equação.

Ao calcular-se a média dos valores individuais de exposição crônica $\theta_{13,i}$, obtém-se um valor único que sintetiza os efeitos distribuídos da poluição ao longo de múltiplos dias, o que favorece a modelagem estatística dos efeitos agudos à saúde, especialmente em análises que utilizam modelos lineares generalizados (*i.e.*, Dominici *et al.*, 2006; Zanobetti e Schwartz, 2008; Zanobetti *et al.*, 2010) ou estruturas de defasagem distribuída (*i.e.*, Gasparrini, Armstrong e Kenward, 2010).

10. RESULTADOS

10.1. Dados gerais da coleta

A coleta de dados foi realizada entre dezembro de 2023 e dezembro de 2024 e as características da amostra foram descritas na Tabela 2. A amostra deste estudo foi composta por 56 voluntários de ambos os sexos, sendo a maioria do sexo feminino ($f=64\%$), e com idade média de 27 ± 4 anos.

Tabela 2. Características da amostra.

Variável	n (%)	$\bar{x} \pm \sigma^{12}$	min.	máx.
Idade, anos		27 ± 4	18	35
Sexo, (f/m)	36(64) / 20(36)			
Escolaridade				
Médio	15 (27)			
Superior	41 (73)			
Q.I. Total				
Q.I. Execução		108 ± 1	75	127
Q.I. Verbal		102 ± 2	70	125
		111 ± 2	87	142
Sono				
Eficiência, %		82 ± 1	64	95
SpO ₂ , %		97 ± 1	93	99
IDO, eventos/hora		$2,9 \pm 0,4$	0,2	11,9
ECMP ₁₀ , $\mu\text{g}/\text{cm}^3$		33 ± 1	19	55

Variáveis categóricas são apresentadas em valores absolutos e percentuais e as contínuas são apresentadas em média (\bar{x}) \pm desvio padrão (σ). min.= valor mínimo da amostra; máx.= valor máximo da amostra; Q.I.= quociente de inteligência; SpO₂= saturação parcial de oxigênio; IDO= índice de dessaturação de oxigênio; ECMP₁₀= exposição crônica ao material particulado com diâmetro menor ou igual a dez micrômetros. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

No que se refere à escolaridade dos participantes, 27% haviam concluído apenas o ensino médio, enquanto 73%, possuíam ensino superior completo. Em relação aos dados

¹² A sigla DP, utilizada para referenciar o desvio padrão, foi substituída pelo *sigma* nas tabelas apresentadas em “Resultados”.

obtidos por meio da avaliação neuropsicológica, a média do quociente de inteligência (QI) total foi de 108 ± 1 , com destaque para o QI verbal (111 ± 2), que se mostrou superior ao QI de execução (102 ± 2). Os exames de polissonografia domiciliar demonstraram parâmetros fisiológicos relacionados ao sono que indicaram eficiência média de $82 \pm 1\%$ e saturação parcial de oxigênio (SpO_2) de $97 \pm 1\%$. O índice de dessaturação de oxigênio (IDO) foi de $2,9 \pm 0,4$ eventos/hora, e a exposição crônica ao material particulado ($ECMP_{10}$) foi de $33 \pm 1 \mu\text{g}/\text{cm}^3$, com variação entre 19 e $55 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ (Tabela 2).

10.2. Dados obtidos nas avaliações neuropsicológicas

Por meio da administração das escalas de autorrelato, foram obtidos dados referentes às características afetivo-comportamentais da amostra, os quais revelaram média de pontuação 13 ± 1 para sintomas depressivos, com valores que variam entre 0 e 40 (Tabela 3). Ademais, a amostra obteve média de 66 ± 1 pontos em impulsividade global, sendo distribuída entre os domínios atencional (20 ± 1), motor (21 ± 1) e ausência de planejamento (25 ± 1 , Tabela 3). Em relação aos aspectos do sono, a qualidade do sono obteve média de 7 ± 1 , enquanto a higiene do sono apresentou média de 21 ± 1 (Tabela 3). A sonolência diurna e a gravidade da insônia apresentaram médias de 10 ± 1 , respectivamente, com variações amplas nas pontuações (Tabela 3).

Tabela 3. Características afetivas e comportamentais da amostra.

Variável	$\bar{x} \pm \sigma$	min.	máx.
Sintomas depressivos	13 ± 1	0	40
Impulsividade global	66 ± 1	44	92
Atencional	20 ± 1	10	29
Motora	21 ± 1	13	32
Ausência de planejamento	25 ± 1	17	37
Qualidade do sono	7 ± 1	2	15
Higiene do sono	21 ± 1	7	36
Sonolência diurna	10 ± 1	4	18
Gravidade de insônia	10 ± 1	0	23

Dados apresentados em média (\bar{x}) \pm desvio padrão (σ). min.= valor mínimo da amostra; máx.= valor máximo da amostra. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

Na Tabela 4 são apresentados os dados descritivos do desempenho da amostra em tarefas de memória episódica, contemplando os domínios auditivo e visual. No componente auditivo, a amostra apresentou média de 85 ± 3 pontos na tarefa que envolve a memória episódica de reconhecimento (*i.e.*, “Reconhecimento da lista A”), com variação entre 10 e 129 pontos, enquanto o escore total foi de 68 ± 1 pontos, com valores mínimos e máximos de 56 e 81 pontos, respectivamente. No índice “Aprendizagem ao longo das tentativas”, a amostra teve média de 19 ± 2 pontos, sugerindo variabilidade na retenção progressiva de informações. Nos índices de “Velocidade de esquecimento” (11 ± 1 pontos), “Interferência proativa” (10 ± 1 pontos) e “Interferência retroativa” (9 ± 1 pontos) apresentaram médias próximas, com amplitudes consideráveis, evidenciando diferenças individuais nos processos de retenção e suscetibilidade a influência entre conteúdos aprendidos.

Tabela 4. Desempenho da memória episódica da amostra.

Variável	$\bar{x} \pm \sigma$	min.	máx.
Auditiva			
Reconhecimento da lista A	85 ± 3	10	129
Escore total	68 ± 1	56	81
Aprendizagem ao longo das tentativas	19 ± 2	7	72
Velocidade de esquecimento	11 ± 1	3	48
Interferência proativa	10 ± 1	3	36
Interferência retroativa	9 ± 1	2	43
Visual			
Cópia	6 ± 1	3	6
Tempo de cópia	12 ± 1	10	27
Memória	$0,3 \pm 0,1$	0	3
Tempo de memória	-2 ± 1	-20	3

Dados apresentados em média (\bar{x}) \pm desvio padrão (σ). min.= valor mínimo da amostra; máx.= valor máximo da amostra. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

No domínio visual, a amostra teve média de 6 ± 1 pontos na tarefa de cópia; e em relação ao tempo de cópia, a amostra obteve média de 12 ± 1 pontos. Na tarefa de memória visual, a amostra revelou desempenho baixo ($0,3 \pm 0,1$ pontos), e tempo de memória médio negativo (-

2±1 pontos), com grande dispersão (min.= -20 e máx.=3). Esses resultados fornecem um panorama quantitativo do funcionamento mnêmico da amostra analisada.

Os dados referentes ao perfil de flexibilidade cognitiva são apresentados na Tabela 5 e demonstraram que os participantes realizaram, em média, 85±3 ensaios, com um número total de respostas corretas de 68±1 e número total de erros de 19±2; os dados referem-se à média da amostra. No item “Respostas perseverativas”, apresentaram média de 11±1, enquanto, em relação aos erros perseverativos e não perseverativos obtiveram, respectivamente, médias de 10±1 e 9±1, respectivamente. Nas respostas de nível conceitual, alcançaram média de 64±1, com média de 6±1 categorias completadas. O número de ensaios apresentados até a primeira categoria completada foi de 12±1. Observou-se média de 0,3±0,1 para o índice “Fracasso em manter o contexto”, e de -2±1 para o índice “Aprendendo a aprender” (Tabela 5).

Tabela 5. Perfil da flexibilidade cognitiva da amostra.

Variável	$\bar{x} \pm \sigma$	min.	máx.
Número de ensaios administrados	85 ± 3	10	129
Número total correto	68 ± 1	56	81
Número total de erros	19 ± 2	7	72
Respostas perseverativas	11 ± 1	3	48
Erros perseverativos	10 ± 1	3	36
Erros não perseverativos	9 ± 1	2	43
Respostas de nível conceitual	64 ± 1	44	80
Número de categorias completadas	6 ± 1	3	6
Ensaio para completar a primeira categoria	12 ± 1	10	27
Fracasso em manter o contexto	0,3 ± 0,1	0	3
Aprendendo a aprender	-2 ± 1	-20	3

Dados apresentados em média (\bar{x}) ± desvio padrão (σ). min.= valor mínimo da amostra; máx.= valor máximo da amostra. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

Os dados referentes ao desempenho do funcionamento executivo central da amostra foram descritos na Tabela 6. O funcionamento executivo central foi avaliado por meio da BDEFS, que divide o desempenho das funções executivas na vida diária em algumas seções, com destaque para a média dos escores obtidos: “Gerenciamento de tempo” (42±2), “Organização e resolução de problemas” (47±2), “Autocontrole” (33±1) ($M=33$, $DP=1$),

“Motivação” (18 ± 1) e “Regulação emocional” (26 ± 1). O índice de funcionamento executivo associado ao TDAH (FE-TDAH), a amostra teve média de 20 ± 1 . A média referente ao escore total da escala foi de 165 ± 6 , e os sintomas associados com média de 19 ± 2 .

Tabela 6. Desempenho do funcionamento executivo central da amostra.

Variável	$\bar{x} \pm \sigma$	min.	máx.
Gerenciamento de tempo	42 ± 2	21	72
Organização e resolução de problemas	47 ± 2	24	88
Autocontrole	33 ± 1	19	46
Motivação	18 ± 1	12	28
Regulação emocional	26 ± 1	13	50
Índice FE-TDAH	20 ± 1	11	30
Total	165 ± 6	95	270
Sintomas	19 ± 2	0	63

Dados apresentados em média (\bar{x}) \pm desvio padrão (σ). min.= valor mínimo da amostra; máx.= valor máximo da amostra; FE = função executiva; TDAH = transtorno de atenção e hiperatividade. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

Por meio do Teste de Correlação de Postos de Spearman, a análise revelou associações inversas significativas entre SpO₂ durante o sono e o desempenho cognitivo (Tabela 7). Verificou-se correlação fraca negativa entre SpO₂ e o QI total ($\rho = -0,32$, $P = 0,02$) e com a variável “Aprendendo a aprender” ($\rho = -0,32$, $P = 0,02$). A correlação com o QI verbal foi moderadamente negativa ($\rho = -0,41$, $P < 0,01$), e o índice “Interferência proativa” apresentou correlação fraca inversa ($\rho = -0,37$, $P < 0,01$). As demais variáveis não apresentaram correlações estatisticamente significativas ($P > 0,15$).

Tabela 7. Correlação entre os níveis médios de saturação parcial de oxigênio durante o sono com variáveis relacionadas ao desempenho cognitivo.

	ρ	P	Interpretação
Q. I. Total	-0,32	0,02	Fraca Corr. Inversa
Q. I. Verbal	-0,41	<0,01	Moderada Corr. Inversa
Aprendendo a aprender	-0,32	0,02	Fraca Corr. Inversa
Interferência proativa	-0,37	<0,01	Fraca Corr. Inversa
Demais variáveis	--	>0,15	Inexistente

ρ = coeficiente de correlação de Spearman (rho); Q.I.= quociente de inteligência; Corr.= correlação.
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os dados referentes à correlação entre a exposição crônica ao material particulado com diâmetro menor ou igual a $10\mu\text{m}$, com variáveis relacionadas ao desempenho cognitivo, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Correlação entre a exposição crônica ao material particulado com diâmetro menor ou igual a dez micrômetros com variáveis relacionadas ao desempenho cognitivo.

	ρ	P	Interpretação
Número de ensaios administrados	-0,23	0,09	Tendência Corr. Inversa
Número total correto	-0,20	0,13	Corr. Inexistente
Aprendendo a aprender	-0,20	0,14	Corr. Inexistente
Velocidade de esquecimento	-0,30	0,02	Fraca Corr. Inversa
Tempo de cópia	-0,24	0,08	Tendência Corr. Inversa
Impulsividade por falta de atenção	0,23	0,10	Tendência Corr. Direta
Organização e resolução de problemas	0,23	0,12	Corr. Inexistente
Demais variáveis	--	>0,15	Corr. Inexistente

ρ = coeficiente de correlação de Spearman (rho); Corr.= correlação. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

A exposição crônica ao material particulado com diâmetro igual ou inferior a $10\mu\text{m}$ (MP₁₀) apresentou correlação fraca inversa e significativa com o índice “Velocidade de esquecimento” ($\rho=-0,30$, $P=0,02$). Ademais, foram observadas tendências de correlação inversa

para o item “Número de ensaios administrados” ($\rho=-0,23$, $P=0,09$) e para o tempo de cópia ($\rho=-0,24$, $P=0,08$). Também foi identificada uma tendência de correlação direta entre exposição crônica ao MP₁₀ e o índice “Impulsividade por falta de atenção” ($\rho=0,23$, $P=0,10$). As demais variáveis avaliadas não apresentaram correlações estatisticamente significativas ($P>0,15$).

11. DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo e a correlação inversa entre a exposição crônica ao MP₁₀ e o índice “Velocidade de esquecimento” (Tabela 8), conhecido também como, índice de retenção, sugerindo possível impacto negativo deste poluente inalável sobre a retenção de informações verbais. Baseado neste analisado, observamos que quanto maior for a concentração de poluentes, menor será a capacidade de retenção da memória episódica verbal, traduzido na maior vulnerabilidade do conteúdo evocado em curto prazo no decorrer do tempo. Até onde temos conhecimento, esta é a primeira vez que é reportado o efeito deletério da exposição crônica à materiais particulados inaláveis sobre a velocidade de esquecimento da memória episódica verbal em adultos.

Para compreendermos os mecanismos, por meio dos quais estamos expostos aos efeitos adversos cognitivos (*e.g.*, declínio na memória e velocidade de esquecimento) da exposição à poluição, especificamente, às partículas inaláveis suspensas (*e.g.*, MP₁₀), temos que remontar as possíveis rotas dessas partículas até o Sistema Nervoso Central (SNC). Segundo Wang, Xiong e Tang (2017), ao serem inaladas, a maior parte das partículas são removidas por meio de um mecanismo de defesa natural do sistema respiratório, conhecido como depuração mucociliar, ou por meio do engolfamento de macrófagos – a fagocitose; contudo, uma fração das partículas inaladas consegue escapar da detecção do sistema reticuloendotelial e alcançar o sistema pulmonar. As partículas que encontram-se no compartimento nasal podem atravessar a barreira do epitélio e chegar na circulação sanguínea, ou podem translocar-se ao longo do axônio do nervo olfatório para atingir o SNC. Com isso, de acordo com Wang, Xiong e Tang (2017), as alterações fisiopatológicas induzidas pelas partículas inaladas no sistema nervoso podem ser resultado de uma rota direta, por meio da mucosa nasal em direção ao axônio do nervo bulbo olfatório, ou de uma rota indireta, induzido por citocinas (por exemplo, trato gastrointestinal), aliado às características físicas das partículas em si e aos possíveis compostos tóxicos que estão ligados a essas partículas. Davis *et al.* (2013) citam de seus achados, as alterações induzidas por material particulado no neurotransmissor glutamato e na expressão do receptor de ácido N-metil-D-aspartico, que têm sido associadas à capacidade de aprendizagem e memória.

De acordo com Allen *et al.* (2014), em seu estudo conduzido com animais, foi demonstrado que exposições a concentrações reduzidas de partículas ultrafinas no início do desenvolvimento, podem produzir mudanças persistentes nas funções do SNC, incluindo comprometimento de longo prazo em processos de aprendizagem e na memória de curto-prazo,

na função motora e na frequência de comportamentos impulsivos. Os autores (Allen *et al.*, 2014) também relataram em seu estudo, alterações cerebrais relacionadas ao desequilíbrio acentuado de glutamato-dopamina, particularmente no córtex frontal.

Estudos sobre poluição do ar e alterações induzidas nas funções cognitivas têm sido realizados com a população idosa (*i.e.*, Gatto *et al.*, 2014; Kulick *et al.*, 2020; Tonne *et al.*, 2014). Um estudo conduzido com adultos de meia-idade e idosos revelou correlação inversa entre exposição a múltiplos poluentes de ar e o desempenho de domínios cognitivos específicos (*e.g.*, aprendizagem verbal, memória e funções executivas). Gatto *et al.* (2014) utilizaram uma bateria neuropsicológica para a avaliação dos voluntários, e observaram desempenho reduzido dos domínios cognitivos citados, associado à exposição à poluição atmosférica. Outros estudos também demonstraram associação entre exposição a maiores concentrações de poluentes e reduzido desempenho cognitivo entre adultos idosos (Kulick *et al.*, 2020), e especificamente, nos domínios de memória (Tonne *et al.*, 2014).

Em um estudo longitudinal realizado com mulheres idosas entre os anos 1999 e 2010, utilizando imagem por ressonância magnética e tarefas de memória e aprendizagem verbal, revelou que a exposição prolongada a partículas inaláveis está associada ao declínio acelerado na memória episódica, principalmente em medidas de recordação imediata e novo aprendizado (Younan *et al.*, 2020). De acordo com os autores, essa associação pode estar parcialmente relacionada com a atrofia da massa cinzenta em regiões vulneráveis à Doença de Alzheimer. Gallagher e Koh (2011) destacam que o declínio na memória episódica é um dos sintomas característicos da Doença de Alzheimer detectável na fase pré-clínica. Com isso, e diante dos achados do presente estudo, destacamos a importância de estudos epidemiológicos com enfoque no efeito direto da exposição crônica às partículas suspensas inaláveis no declínio cognitivo, e a sua relação com a incidência de patologias com comprometimento gradual, como a demência e a Doença de Alzheimer. Desse modo, destacamos também que a velocidade de esquecimento da memória episódica verbal em indivíduos expostos cronicamente à materiais particulados inaláveis pode ser mais um indicador de rastreio para os profissionais tanto da saúde quanto para serviços de políticas públicas, incluindo projetos de desenvolvimento sustentável.

Neste sentido, destacamos um estudo validou um instrumento computacional baseado em modelos para quantificar o esquecimento, avaliando quantitativamente a rapidez com que memórias individuais desaparecem ou são esquecidas ao longo do tempo, e identificar os biomarcadores gerais relacionados ao comprometimento anormal da memória (Hake, 2024). A dinâmica de apresentação dos estímulos a serem evocados durante a avaliação no modelo computacional é próxima da dinâmica estabelecida para a administração do instrumento

RAVLT, utilizado para a avaliação da memória – apresentação de um estímulo, seguido por um período de testagem, e apresentação de um novo estímulo; utilizado para a avaliação da memória. Segundo Hake (2024), a métrica “Velocidade de esquecimento” (do inglês, *Speed of Forgetting*, SoF) de seu estudo demonstrou ser potencialmente preditiva em relação à capacidade mnemônica de um indivíduo. Outro estudo, que utilizou modelos de regressão linear múltipla, identificou fortes evidências de que o índice de esquecimento justifica a variância significativa no desempenho de recordação tardia, destacando-se como potencial preditor em comparação com outros índices (Sense, Meijer e van Rijn, 2018).

Ainda que tenha sido demonstrada variabilidade entre os escores de QI e entre os níveis de saturação dos participantes, a maior parte dos dados encontram-se dentro da normalidade; os voluntários apresentaram saturação acima de 90%, indicando níveis adequados encontrados entre adultos saudáveis. Ademais, menos de 6% da amostra demonstraram escore de QI abaixo da média; contudo, nenhum voluntário apresentou comprometimento funcional, que oferecesse impacto significativo a sua autonomia e qualidade de vida. Apesar da variabilidade entre os dados, como mencionado anteriormente, não foi observado associação direta significativa entre exposição à poluição, especificamente, por MP₁₀, qualidade do sono e desempenho cognitivo de adultos.

Os dados demonstraram-se, majoritariamente, homogêneos na distribuição normal para cada teste neuropsicológico, instrumentos de autorrelato e exame de polissonografia, de acordo com seus respectivos estudos de normalidade. Conforme mencionado, por esse motivo, não foi possível dividir a amostra em grupos para a realização de testes comparativos; tal condição poderia justificar o resultado paradoxo em relação à correlação negativa entre SpO₂ e o QI total, e demais correlações apontadas na Tabela 7. Na Tabela 8, observamos a tendência de correlação direta entre a exposição crônica e o índice “Impulsividade por falta de atenção”, que poderia indicar respostas impulsivas mais frequentes devido à maior exposição ao agente poluente; contudo, o resultado não foi estatisticamente significativo. Nas demais tabelas (Tabela 3; Tabela 4; Tabela 5; Tabela 6), podemos verificar a ampla variabilidade entre os desempenhos individuais dos participantes, no entanto, as médias da amostra encontram-se dentro da normalidade sem comprometimento significativo.

Ainda diante do que foi exposto, os resultados que apontam a correlação entre a exposição crônica ao MP₁₀ e o índice “Velocidade de esquecimento” podem indicar uma associação potencial a ser observada em estudos epidemiológicos e em protocolos de avaliação neuropsicológica futuramente. Com isso, também verificamos que as hipóteses levantadas para a pesquisa não foram confirmadas, tampouco se encaixam nos resultados obtidos. Estudos

posteriores devem considerar, inclusive, a relação direta entre exposição crônica a partículas inaláveis e efeito sobre o desempenho cognitivo; e direcionar o processo científico no campo da Saúde Coletiva, abrangendo também, análise socioeconômica e áreas de vulnerabilidade à exposição a maiores concentrações de poluentes. Tanto os estudos sobre a dinâmica relacional entre os materiais particulados inaláveis e o desempenho cognitivo, quanto os estudos que abrangem a vulnerabilidade socioeconômica e ambiental devem oferecer mudanças na elaboração de políticas públicas da região e de demais áreas que enfrentam concentrações elevadas de partículas inaláveis.

Por meio do teste de hipóteses, destacamos a relação entre os resultados de correlação e as hipóteses levantadas a partir da análise estatística como erro do tipo II (β), também denominado falso negativo, o qual refere-se à probabilidade de se não rejeitar uma hipótese nula falsa, ou seja, deixar de detectar um efeito que de fato pode existir. Segundo Button *et al.* (2013), estudos que possuem baixa potência estatística apresentam menos probabilidade de detectar um efeito real, e ainda, estudos com este perfil, apresentam menos chance de que um resultado estatisticamente significativo realmente demonstre um efeito verdadeiro. A ocorrência do erro do tipo II é comum em estudos com baixa potência estatística, associada à reduzidos tamanhos de amostra, bem como, à elevada variabilidade nos dados – com isso, destacamos que tais situações podem ser observadas na atual pesquisa, justificando a fraca correlação entre a exposição crônica ao MP_{10} e o índice de “Velocidade de esquecimento”. Nós reforçamos a necessidade de se realizar mais investigações sobre os efeitos da exposição a poluentes, considerando uma amostra mais ampla com grupos de participantes com perfil sociodemográfico homogêneo, e o emprego de recursos individuais de monitoramento de qualidade do ar, especificamente, de detecção de partículas inaláveis grossas (MP_{10}) e finas ($MP_{2,5}$) no ambiente de rotina do voluntário.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual estudo teve como objetivo investigar a associação entre a exposição crônica a elevadas concentrações de poluentes atmosféricos, a qualidade do sono e o desempenho cognitivo de adultos residentes na região da Baixada Santista. O estudo foi fundamentado e direcionado de acordo com a hipótese de que fatores ambientais, como a poluição do ar, poderiam afetar negativamente a qualidade do sono e, conseqüentemente, oferecer impacto ao desempenho cognitivo da população estudada. Para isso, foi realizada uma integração de diferentes técnicas quantitativas, visando compor um panorama multifatorial da relação entre os domínios analisados.

Os resultados obtidos revelaram uma correlação inversa entre a exposição crônica ao material particulado inalável (MP₁₀) e o índice "Velocidade de esquecimento", utilizado como medida indireta de retenção de informações de curto-prazo. Este dado obtido sugere que maiores médias de exposição crônica ao MP₁₀ podem estar associadas a maior vulnerabilidade na consolidação de conteúdo da memória de curto-prazo, indicando potencial impacto sobre a memória episódica. Ainda que os dados revelem correlações de reduzido efeito, tais resultados apontam para a existência de uma associação relevante do ponto de vista clínico e epidemiológico, especialmente em contextos urbanos de alta concentração de poluentes. Pesquisas futuras devem considerar um tamanho amostral maior, com integração de marcadores biológicos e de instrumentos de monitoramento individual de qualidade do ar.

Em suma, ainda diante das limitações, esta pesquisa estimula a ampliação do ponto de vista sobre a influência da poluição atmosférica no funcionamento cognitivo, e destaca a importância da integração de variadas técnicas no processo investigativo, com o objetivo de melhor compreender os efeitos cumulativos da exposição a partículas inaláveis nocivas sobre a saúde humana. Diante dos achados descritos, estes podem dar subsídios para a elaboração de novas políticas públicas no campo tanto da Psicologia quanto da Saúde Coletiva.

PRODUTO TÉCNICO

Podcast Força do Hábito

13. INTRODUÇÃO

O ato de contar histórias possui raízes ancestrais e representa uma prática fundamental na construção e preservação entre culturas. Por meio das narrativas, comunidades e seus membros se conectam, transmitem valores e compartilham experiências, mantendo tradições ao longo das gerações. Diferentemente de descrições objetivas ou medições técnicas, as histórias não seguem um modelo estático de abordagem e relevância; sua composição depende das escolhas do narrador e das interações com o público, o que lhes confere singularidade e profundidade interpretativa.

Narrativas têm o poder de evocar emoções, engajar o ouvinte e influenciar percepções e comportamentos. No campo da saúde, essa característica tem sido explorada como estratégia de tradução do conhecimento (do inglês, *knowledge translation*; Rose *et al.*, 2015). Evidências apontam que o uso de histórias na comunicação científica pode facilitar a compreensão de informações complexas, reduzir resistências cognitivas e promover mudanças positivas em comportamentos relacionados à saúde (Fix *et al.*, 2012). Assim, o *storytelling* emerge como uma ferramenta promissora para disseminar evidências, sensibilizar públicos diversos e fortalecer a interface entre ciência e sociedade.

A revisão de escopo conduzida por Amador *et al.* (2024) reforça essa perspectiva, ao evidenciar que o uso de *podcasts* na educação em saúde é eficaz para promover mudança de comportamento, ampliar o bem-estar e fortalecer a autonomia dos usuários. Além de serem acessíveis e de baixo custo, os *podcasts* permitem que o ouvinte assimile o conteúdo em seu próprio ritmo, superando barreiras geográficas e estruturais no acesso à informação.

A intensificação das mudanças climáticas, amplamente atribuída às ações humanas como desmatamento, emissões de gases poluentes e uso insustentável dos recursos naturais, tem provocado desequilíbrios ambientais de grandes proporções, afetando diretamente a saúde pública, a segurança alimentar e os ecossistemas (Correa, 2024). A poluição atmosférica, em especial, está entre os principais fatores de risco associados ao aquecimento global e à deterioração da qualidade de vida (The Lancet, 2018), com impactos cada vez mais visíveis em regiões vulneráveis. Nesse contexto, cresce a necessidade de estratégias de educação ambiental e comunicação científica que sejam eficazes na disseminação de informações qualificadas. Conforme destaca Correa (2024), o uso do podcast como ferramenta de divulgação científica tem se mostrado relevante para engajar a sociedade em torno dos desafios impostos pela crise climática, traduzindo dados técnicos em narrativas acessíveis e promovendo uma escuta crítica e informada sobre os impactos da poluição e da degradação ambiental.

A literatura recente reforça que as histórias, mais do que simples veículos de informação, são ferramentas potentes para a promoção de mudanças culturais e humanização no cuidado em saúde. O estudo de Rose *et al.* (2016) evidencia que o *storytelling* contribui significativamente para a construção de sentido, a transmissão de conhecimento e o fortalecimento da empatia entre profissionais e usuários. As narrativas favorecem o engajamento do público, a reflexão crítica e o aprimoramento das relações interpessoais no contexto da saúde e do meio ambiente.

14. DEMOCRATIZAÇÃO DO ACESSO À CIÊNCIA

A ciência aberta, conforme definida pela recomendação da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, UNESCO) sobre Ciência e Pesquisa Científica (UNESCO, 2021), constitui-se como um construto inclusivo que reúne diversos movimentos e práticas voltados à democratização do conhecimento científico. Mais do que um modelo de acesso, trata-se de um paradigma epistemológico e ético que visa tornar o conhecimento científico multilíngue, acessível, reutilizável e colaborativo, promovendo sua circulação ampla e equitativa entre pesquisadores, gestores públicos e a sociedade civil. A ciência aberta propõe a revisão dos processos tradicionais de criação, avaliação e comunicação do conhecimento, ampliando a participação social e o diálogo com saberes diversos, além da comunidade científica formal. Fundamenta-se em pilares como o conhecimento científico aberto, infraestrutura científica aberta, comunicação científica, envolvimento de atores sociais e diálogo entre diferentes sistemas de conhecimento, abrangendo todas as disciplinas — das ciências naturais às humanas. Nesse contexto, a ciência é entendida como uma atividade coletiva e cooperativa, orientada pela integridade, liberdade acadêmica e excelência, cuja função última é contribuir para o progresso humano de forma justa e compartilhada.

A Declaração Universal dos Direitos Humanos já reconhecia, em 1948, o direito de todos de participar e beneficiar-se do progresso científico. Esse direito foi reafirmado em diversos pactos internacionais e permanece atual diante das profundas desigualdades de acesso ao conhecimento. Alves *et al.* (2025) ressaltam que os periódicos científicos de acesso aberto são instrumentos fundamentais para a efetivação desse direito, ampliando o alcance das evidências produzidas e permitindo que diferentes segmentos da população possam usufruir dos frutos da ciência.

Apesar de seu potencial transformador, a ciência aberta enfrenta desafios que limitam sua consolidação, como a ausência de políticas nacionais claras, resistência institucional e desconhecimento por parte de pesquisadores (Heinz e Miranda, 2024). Tais entraves revelam a necessidade de fomentar a alfabetização científica e digital, criar incentivos institucionais e repensar os critérios de avaliação da produtividade acadêmica, que ainda privilegiam modelos fechados de publicação. Para que a ciência aberta cumpra seu papel social, é preciso superar essas barreiras estruturais que comprometem sua legitimidade e funcionalidade.

A relação entre ciência aberta e saúde global também é enfatizada por Heinz e Miranda (2024), ao destacarem que o enfrentamento das crises sanitárias, como mudanças climáticas ou

pandemias, demanda compartilhamento ágil de dados, cooperação internacional e práticas editoriais responsáveis. Sob essa ótica, a ciência aberta não apenas amplia o acesso ao conhecimento técnico-científico, mas contribui com a formulação de políticas públicas baseadas em evidências, fortalecendo o direito à saúde e à vida digna, especialmente em contextos marcados por vulnerabilidades socioambientais.

15. JUSTIFICATIVA

A saúde mental é um estado de bem-estar, no qual é esperado a um indivíduo que este possua a capacidade de reconhecer e desempenhar as suas próprias habilidades, bem como, de lidar com o estresse cotidiano, de ser produtivo em sua atuação laboral e de contribuir para a sua comunidade (The World Health Organization, [2022?]). Desde o período pandêmico da COVID-19, temas relacionados ao bem-estar físico, emocional e psicológico ganharam notoriedade crescente; pesquisas relacionadas à eficácia do sono, ao funcionamento cognitivo e às implicações da exposição à poluição têm conquistado espaço na academia, e, igualmente, houve um aumento na divulgação e compartilhamento de conteúdos relacionados a promoção da saúde e a conscientização sobre mudanças climática nas redes sociais.

O presente produto técnico foi apresentado como requisito parcial para o cumprimento do Programa de pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Psicologia, Desenvolvimento e Políticas Públicas. O produto técnico, intitulado “*Podcast: Força do Hábito*”, foi idealizado durante os últimos meses da coleta de dados, com o objetivo de promover a divulgação de conhecimento científico e alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS; Organização das Nações Unidas, [s.d.]). As temáticas que serão abordadas são resultados da reunião e integração de achados na literatura e na análise dos dados do estudo conduzido. O *podcast* contará com a hospedagem de uma plataforma de *streaming* (i.e., “Spotify”) e será divulgada em redes sociais; alianças com associações nacionais e internacionais em Psicologia Climática estão entre as estratégias de potencialização da amplitude do produto técnico.

Atualmente, a mídia vem acompanhando o aumento da audiência dos *podcasts* ao redor do mundo, e pesquisas de mercado apontam que o Brasil é uma das lideranças no consumo de *podcasts* mundialmente (Castnews, 2023). O Statista, plataforma alemã de dados e inteligência de negócio, divulgou que o Brasil possuía 51,8 milhões de ouvintes em 2023, ficando apenas atrás da China (117 milhões de ouvintes) e dos Estados Unidos (130 milhões de ouvintes); indicando predição de aumento para os próximos anos. Com isso, a modalidade de *streaming* foi selecionada devido a esses indicadores, que sugerem possibilidade promissora de divulgação científica por meio de *podcasts*.

De acordo com a Declaração Universal dos Direitos Humanos, “todo ser humano tem o direito de participar livremente da vida cultural da comunidade, de desfrutar das artes e de participar do processo científico e de seus benefícios” (Organização das Nações Unidas, 1948, Artigo 28º); com isso, a elaboração do *podcast* incorpora um propósito social e alinha-se,

principalmente, ao eixo de ação contra a mudança global do clima dos ODS (Organização das Nações Unidas, [s.d.]). Por meio da divulgação científica, o projeto visa aumentar a conscientização sobre as possíveis implicações da exposição a partículas inaláveis no funcionamento cognitivo; e promover a mobilização entre indivíduos e instituições na manutenção sustentável do bem-estar.

16. OBJETIVOS

16.1. Objetivo geral

Sensibilizar a população sobre os potenciais impactos da exposição a partículas inaláveis no funcionamento cognitivo, por meio da divulgação do conhecimento científico, produzido por acadêmicos e pesquisadores, sobre saúde e meio-ambiente em plataforma de *streaming* (por exemplo, Spotify) na modalidade de *podcast*.

16.2. Objetivos específicos

- a. Realizar o planejamento sobre a elaboração do *podcast* (por exemplo, definir público-alvo, construir a identidade, definir a ordem das temáticas e a periodicidade) e de seu roteiro;
- b. Convidar acadêmicos e pesquisadores, após a definição das temáticas, conforme área de atuação em pesquisa;
- c. Organizar a pré-produção (por exemplo, definir uma identidade sonora, verificar as condições de hospedagem e organizar os episódios com os convidados);
- d. Realizar a gravação com os convidados no estúdio e a edição dos episódios;
- e. Publicar na plataforma de hospedagem.

17. METODOLOGIA

Com o objetivo de contemplar os objetivos elencados anteriormente, será elaborada uma rede de *podcasts* chamada “Força do Hábito”. A oportunidade da criação do *podcast* surgiu no decorrer do processo de pesquisa, cujo tema “O efeito da poluição do ar na qualidade de sono e desempenho cognitivo de jovens e adultos” despertou o anseio na busca por meios, voltados para a população geral, para a divulgação de achados científicos sobre saúde e meio ambiente.

17.1. Dados de pesquisa

A pesquisa, na qual o presente produto técnico está baseado, buscou identificar a relação entre a variabilidade do desempenho cognitivo entre adultos em detrimento da qualidade do sono, na condição de exposição à poluição do ar. O processo contou com uma amostra de 56 voluntários, de ambos os sexos e na faixa etária entre 18 e 35 anos, respectivamente, de diferentes áreas da região da Baixada Santista. O padrão do sono foi avaliado por meio da polissonografia domiciliar e por escalas de qualidade do sono. A avaliação do desempenho cognitivo foi composta por uma bateria de testes neuropsicológicos. E os níveis de poluentes atmosféricos foram coletados em base de dados fornecidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

17.2. Operacionalização do *podcast*

Para a gravação dos episódios, será utilizada uma sala equipada com recursos para gravação e edição de conteúdos, situada no Centro de Tecnologia e Inovação em Artes, Design e Audiovisual da Universidade Católica de Santos.

17.3. Convidados participantes

Os episódios do *podcast*, contarão com a participação de acadêmicos e pesquisadores, visando o compartilhamento de experiências na investigação científica e promoção de educação em saúde e meio ambiente baseada em evidências para a população geral.

17.4. Plataforma de *streaming* para hospedagem¹³

Entre as plataformas de *streaming* do mercado para a hospedagem do *podcast*, o Spotify foi escolhido para a finalidade mencionada, devido sua variedade de recursos disponíveis, que poderiam auxiliar a administração em vários aspectos (por exemplo, divulgação e distribuição para outras plataformas, acompanhamento da audiência e dos ouvintes ativos, além do desempenho). Entre as razões para a escolha da plataforma, o Spotify também oferece um serviço gratuito e apoio técnico relacionado à atividade de *podcasting*.

17.5. *Feedback*¹⁴

O Spotify disponibiliza meios para que os criadores de conteúdos interajam com os ouvintes e recebam *feedback* destes, por meio de comentários, enquetes e perguntas; também é possível que os criadores de conteúdos gerenciem a disponibilidade dos comentários, com base em seu conteúdo. Ademais, a plataforma envia e-mail com os resumos dos comentários da semana.

¹³ As informações estão disponíveis no site do Spotify; o *website* foi acessado no dia 13 de janeiro de 2025. Disponível em: <<https://creators.spotify.com/pt/features/podcast>>.

¹⁴ As informações estão disponíveis no site do Spotify; o *website* foi acessado no dia 27 de fevereiro de 2025. Disponível em: <<https://creators.spotify.com/pt/features/podcast>>.

18. RESULTADOS

Os episódios dos *podcasts* serão gravados entre os meses de julho e setembro de 2025, e os episódios serão divulgados em redes sociais (por exemplo, Instagram, X, Threads etc.), bem como, entre a comunidade acadêmica. Na Tabela 9, os temas previstos para cada episódio foram descritos.

Tabela 9. Descrição temática dos episódios do *podcast* Força do Hábito.

Episódios	Elementos	Descrição
1	Temática	Introdução aos temas, funções cognitivas e principais contextos
	Duração estimada	15 minutos
	Objetivo	O episódio fará uma introdução às funções cognitivas em alguns cenários contextuais: condições de sono e qualidade do ar; bem como, apresentará sobre os processos de consolidação da memória e o papel das funções executivas na vida diária.
2	Temática	Poluição do ar e cognição
	Duração estimada	15 minutos
	Objetivo	O episódio apresentará alguns resultados da pesquisa referente a correlação entre a exposição crônica ao MP ₁₀ e os processos mnemônicos, e abrirá uma breve discussão integrando achados na literatura sobre o impacto da exposição a poluentes do ar e cognição.
3	Temática	Poluição do ar, políticas públicas e atuação coletiva
	Duração estimada	20 minutos

Objetivo	No episódio, serão apresentadas as atuais políticas públicas nacionais e internacionais de qualidade de ar, e considerações sobre atuações individuais e coletivas na ampliação do monitoramento de qualidade do ar, e sobre o uso das notificações das condições atmosféricas como aliado na promoção da saúde e do bem-estar.
----------	---

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

18.1. Roteiros dos episódios

18.1.1. Episódio 1 - Funções cognitivas na prática

No primeiro episódio será realizada uma introdução sobre a proposta do *podcast* e sobre os conceitos e temáticas que serão abordados nos próximos outros episódios, visando aproximar o público aos assuntos que serão discutidos. O roteiro do primeiro episódio, com a descrição do seu conteúdo, duração e dinâmica sonora, foi descrito na Tabela 10.

Tabela 10. Roteiro do primeiro episódio do *podcast* Força do Hábito.

Bloco	Tempo	Conteúdo	Recursos sonoros
Vinheta + Abertura	30 segs.	O <i>host</i> saúda a audiência, apresenta o <i>podcast</i> Força do Hábito e antecipa os temas da série.	Trilha leve, transição curta.
a. O que são funções cognitivas?	3 min.	Definição de processos da atenção, de memória e das funções executivas.	Pequenas vinhetas entre conceitos.
b. Sono como suporte da cognição.	4 min.	Contextualizar sobre os processos da consolidação da memória durante o sono, e explicação sobre os mecanismos do sono e sua arquitetura.	Batida suave, imitando batimento lento com aumento gradativo do andamento.
c. Qualidade do ar entra em cena.	4 min.	Encadeamento poluição e pior sono; também, relação entre a exposição à poluição e o impacto direto na cognição – com achados de correlação.	Efeitos sonoros de respiração, com transição para o áudio do <i>host</i> .

d. <i>Preview</i> dos próximos episódios.	2 min.	<i>Teaser</i> de futuros episódios: impacto do MP ₁₀ e ações possíveis.	Trilha sonora otimista.
Encerramento & CTA	1 min. 30 segs.	Convidar ouvintes a seguir o <i>feed</i> e enviar dúvidas pelo Spotify Q&A.	Vinheta de saída.

seg.= segundos; min.= minutos. CTA= *Call-to-Action*. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

18.1.2. Episódio 2 - Um potencial antagonista da cognição: a poluição

No segundo episódio, serão apresentados os resultados da pesquisa, articulando discussões entre *host* e convidado, integrando a literatura científica existente. Ademais, serão apresentadas recomendações práticas sobre monitoramento da qualidade do ar e orientações em saúde. O roteiro do segundo episódio, com a descrição do seu conteúdo, duração e dinâmica sonora, foi descrito na Tabela 11.

Tabela 11. Roteiro do segundo episódio do *podcast* Força do Hábito.

Bloco	Tempo	Conteúdo	Recursos sonoros
Vinheta + Recapitulação	45 segs.	Retomar o que foi apresentado no episódio 1 e apresentar o convidado (pesquisador).	—
a. Panorama científico.	3 min.	Literatura científica sobre o impacto da exposição a materiais particulados na memória.	Som ambiente urbano baixo.
b. Resultados do estudo.	4 min.	Dados que correlacionam a exposição crônica ao MP ₁₀ e a velocidade de esquecimento.	Efeitos sonoros “clique” para marcar números.
c. Possíveis mecanismos biológicos.	3 min.	Literatura científica sobre processo inflamatório, estresse oxidativo e alterações nos neurotransmissores.	Pulso grave durante “inflamação”.
d. Como se proteger?	3 min.	Recomendações práticas: aplicativos de monitoramento de qualidade do ar, adoção de	Trilha motivacional.

recursos naturais e de rotas alternativas.

Encerramento & CTA 1 min. 15 seg. *Feedback:* “Você já checkou o IQAir antes de sair?” Vinheta de saída.

seg.= segundos; min.= minutos. CTA= *Call-to-Action*. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

Como mencionado (Tabela 11), um pesquisador da área da Saúde Coletiva será convidado para participar do episódio, com o objetivo de enriquecer a pauta apresentada, e contribuir na integração de achados científicos em discussão.

18.1.3. Episódio 3 - Poluição do ar, políticas públicas e mobilização social

No terceiro episódio, o *host* irá revisitar os conteúdos apresentados nas gravações anteriores, e irá discutir sobre as políticas nacionais e internacionais sobre qualidade do ar, incluindo menção sobre as metas estabelecidas por agência internacionais e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O episódio irá destacar a importância do engajamento na promoção e observação de políticas públicas sobre qualidade do ar, em benefício da saúde e do bem-estar. O roteiro do terceiro episódio, com a descrição do seu conteúdo, duração e dinâmica sonora, foi descrito na Tabela 12.

Tabela 12. Roteiro do terceiro episódio do *podcast* Força do Hábito.

Bloco	Tempo	Conteúdo	Recursos sonoros
Vinheta + Contexto	1 min.	Relembrar episódios anteriores e a importância de políticas de qualidade do ar.	—
a. Metas globais e OMS.	4 min.	Limites da Organização Mundial da Saúde (OMS) e o contexto brasileiro.	Efeitos sonoros: batida-alerta.
b. Cenário nacional.	4 min.	Metas cumpridas e pendentes segundo o Programa das Nações	Trilha percussiva leve.

			Unidas para o Meio Ambiente.	
c.	Iniciativas locais e tecnologia.	3 min.	Plataforma da CETESB e redes <i>citizen science</i> .	Áudio de rua, <i>fade</i> .
d.	Ação coletiva.	4 min.	Como apoiar legislações e engajar-se nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.	Crescendo musical.
e.	Política e saúde.	2 min.	Discutir sobre políticas públicas, integrando os temas de qualidade do ar e de preservação da cognição e do bem-estar.	Efeitos sonoros do relógio-pulmão batendo.
	Encerramento & CTA	2 min.	Convite para avaliar os episódios e chamada para o público sobre possíveis temáticas futuras.	Vinheta final.

min.= minutos. CTA= *Call-to-Action*. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

19. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modalidade *podcast* trata-se de uma ferramenta digital, que favorece a mobilidade, o diálogo e a aproximação da ciência com a sociedade civil não acadêmica. Tal recurso revela-se particularmente relevante em contextos marcados pelo distanciamento, não apenas em termos de acesso material ao conhecimento, mas também diante das barreiras linguísticas impostas por narrativas excessivamente técnicas. A Declaração Universal dos Direitos Humanos reconhece o direito de todas as pessoas à participação ativa na vida cultural e científica, promovendo a ocupação de espaços de saber e o engajamento em iniciativas que ampliem as possibilidades de desenvolvimento pessoal e coletivo.

Nesse sentido, a divulgação científica em formatos acessíveis, como o podcast, quando alinhada aos princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, contribui significativamente para a democratização do conhecimento. Ao traduzir conteúdos acadêmicos para uma linguagem clara e socialmente situada, tal prática permite que indivíduos de diferentes níveis de escolaridade e contextos sociais se aproximem da produção científica, reconhecendo-a como parte de sua realidade e como instrumento legítimo de transformação social.

REFERÊNCIAS

- ABEL, T.; HAVEKES, R.; SALETIN, J. M.; WALKER, M. P. Sleep, plasticity and memory from molecules to whole-brain networks. **Current biology**: CB, 23(17), R774–R788, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.07.025>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- ABOUSSOUAN, L. S. Sleep-disordered Breathing in Neuromuscular Disease. **American journal of respiratory and critical care medicine**, 191(9), 979–989, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1164/rccm.201412-2224CI>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- AHMADI, N.; CHUNG, S. A.; GIBBS, A.; SHAPIRO, C. M. The Berlin questionnaire for sleep apnea in a sleep clinic population: relationship to polysomnographic measurement of respiratory disturbance. **Schlaf & Atmung**, 12(1), 39–45, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11325-007-0125-y>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- AL-AIDROOS, N.; SAID, C. P.; TURK-BROWNE, N. B. Top-down attention switches coupling between low-level and high-level areas of human visual cortex. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 109(36), 14675–14680, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1202095109>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- ALLEN, R. P. Restless Leg Syndrome/Willis-Ekbom Disease Pathophysiology. **Sleep medicine clinics**, 10(3), 207–xi, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2015.05.022>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- ALRAMZI, Y.; AGHAEI, Y.; BADAMI, M. M.; ALDEKHEEL, M.; TOHIDI, R.; SIOUTAS, C. Urban emissions of fine and ultrafine particulate matter in Los Angeles: Sources and variations in lung-deposited surface area. **Environmental Pollution**, v. 367, 125651, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.125651>>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- ALSHAHRANI, S. M.; ALBRAHIM, R. A.; ABUKHLALED, J. K.; ALOUFI, L. H.; ALDHARMAN, S. S. Parasomnias and Associated Factors Among University Students: A Cross-Sectional Study in Saudi Arabia. **Cureus**, 15(11), e48722, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.7759/cureus.48722>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- ALSUBIE, H. S.; BAHAMMAM, A. S. Obstructive Sleep Apnoea: Children are not little adults. **Paediatric respiratory reviews**, v. 21, p. 72–79, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.prrv.2016.02.003>>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- ALVES, Sandra Mara Campos; CUNHA, Jarbas Ricardo Almeida; LAMY, Marcelo; RAMOS, Edith Maria Barbosa. Acesso aberto e democratização do saber: garantia do direito humano de beneficiar-se do progresso científico. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 8–12, jan./mar. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.17566/ciads.v14i1.1361>>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- AMADOR, F. L. D. *et al.* Use of podcasts for health education: a scoping review. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 77, n. 1, p. e20230096, 2024.

AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE. International Classification of Sleep Disorders, 3rd ed, text revision. American Academy of Sleep Medicine, 2023.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Parassonias. *In Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5-TR*. 5. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. Prompt. *In APA dictionary of psychology*, 2018. Disponível em: <<https://dictionary.apa.org/prompt>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. Retrieval cue. *In APA dictionary of psychology*, 2018. Disponível em: <<https://dictionary.apa.org/retrieval-cue>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

AN, R.; YU, H. Impact of ambient fine particulate matter air pollution on health behaviors: a longitudinal study of university students in Beijing, China. *Public health*, 159, 107–115, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2018.02.007>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BADDELEY, A. D.; LOGIE, R. H.; MIYAKE, A.; SHAH, P. **Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control**. New York: Cambridge University Press; 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BARCLAY, N. L.; ELLIS, J. G. Sleep-related attentional bias in poor versus good sleepers is independent of affective valence. *Journal of sleep research*, 22(4), 414–421, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jsr.12035>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

BARKLEY, R. A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol Bull.*, 1997;121(1):65-94. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BARKLEY, R. A. The executive functions and self-regulation: an evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychol Rev.*, 2001;11(1):1-29. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/a:1009085417776>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BASTIEN, C. H.; VALLIERES, A.; MORIN, C. M. Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Med.*, 2(4):297-307, 2001. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s1389-9457\(00\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s1389-9457(00)00065-4)>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BECK, A. T.; STEER, R. A.; BROWN, G. **Beck Depression Inventory–II (BDI-II)**. APA PsycTests, 1996. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/t00742-000>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BERRY, R. B.; WAGNER, M. H. **Sleep Medicine Pearls**. Elsevier. pp. 10–14, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7051-9.00002-4>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

- BERSAGLIERE, A.; ACHERMANN, P. Slow oscillations in human non-rapid eye movement sleep electroencephalogram: effects of increased sleep pressure. **Journal of sleep research**, 19(1 Pt 2), 228–237, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2009.00775.x>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- BERTHON-JONES, M.; SULLIVAN, C. E. Ventilatory and arousal responses to hypoxia in sleeping humans. **The American review of respiratory disease**, 125(6), 632–639, 1982. Disponível em: <<https://doi.org/10.1164/arrd.1982.125.6.632>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- BLUMBERG, M. S.; MARQUES, H. G.; IIDA, F. Twitching in sensorimotor development from sleeping rats to robots. **Current biology:CB**, 23(12), R532–R537, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.04.075>>. Acesso em: 31 dez. 2024.
- BOARI, L.; CAVALCANTI, C. M.; BANNWART, S. R. F. D.; SOFIA, O. B.; DOLCI, J. E. L. Avaliação da escala de Epworth em pacientes com a Síndrome da apnéia e hipopnéia obstrutiva do sono. **Revista Brasileira De Otorrinolaringologia**, 70(6), 752–756, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-72992004000600007>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- BORBÉLY, A. A.; DAAN, S.; WIRZ-JUSTICE, A.; DEBOER, T. The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. **Journal of sleep research**, 25(2), 131–143, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jsr.12371>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- BROOK, R. D.; RAJAGOPALAN, S.; POPE, C. A.; 3rd BROOK, J. R.; BHATNAGAR, A.; DIEZ-ROUX, A. V.; HOLGUIN, F.; HONG, Y.; LUEPKER, R. V.; MITTLEMAN, M. A.; PETERS, A.; SISCOVICK, D.; SMITH, S. C.; Jr. WHITSEL, L.; KAUFMAN, J. D. American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention, Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, 121(21), 2331–2378, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181d81d81>>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- BROUGHTON, R. J. Sleep disorders: disorders of arousal? Enuresis, somnambulism, and nightmares occur in confusional states of arousal, not in "dreaming sleep". New York: **Science**, 159(3819), 1070–1078, 1968. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.159.3819.1070>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- BROWNLOW, J. A.; MILLER, K. E.; GEHRMAN, P. R. Insomnia and cognitive performance. **Sleep medicine clinics**, v. 15, n. 1, p. 71–76, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2019.10.002>>. Acesso em: 26 jan. 2025.
- BUCKS, R. S.; OLAITHE, M.; EASTWOOD, P. Neurocognitive function in obstructive sleep apnoea: a meta-review. **Respirology (Carlton, Vic.)**, v. 18, n. 1, p. 61–70, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2012.02255.x>>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- BURNETT, R.; CHEN, H.; SZYSZKOWICZ, M.; FANN, N.; HUBBELL, B.; POPE, C. A.; 3rd APTE, J. S.; BRAUER, M.; COHEN, A.; WEICHENTHAL, S.; COGGINS, J.; DI, Q.; BRUNEKREEF, B.; FROSTAD, J.; LIM, S. S.; KAN, H.; WALKER, K. D.; THURSTON,

- G. D.; HAYES, R. B.; LIM, C. C.; SPADARO, J. V. (2018). Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 115(38), 9592–9597, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1803222115>>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- BUTTON, Katherine S *et al.* Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience. **Nature Reviews Neuroscience**, [S.l.], v. 14, n. 5, p. 365–376, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/nrn3475>>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- CAJOCHEN, C.; BLATTER, K.; WALLACH, D. Circadian and Sleep-Wake Dependent Impact on Neurobehavioral Function. **Psychologica Belgica**, 44(1-2), 59-80, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.5334/pb.1017>>. Acesso em: 27 fev. 2025.
- CALDERÓN-GARCIDUEÑAS, L.; MORA-TISCAREÑO, A.; ONTIVEROS, E.; GÓMEZ-GARZA, G.; BARRAGÁN-MEJÍA, G.; BROADWAY, J.; CHAPMAN, S.; VALENCIA-SALAZAR, G.; JEWELLS, V.; MARONPOT, R. R.; HENRÍQUEZ-ROLDÁN, C.; PÉREZ-GUILLÉ, B.; TORRES-JARDÓN, R.; HERRIT, L.; BROOKS, D.; OSNAYA-BRIZUELA, N.; MONROY, M. E.; GONZÁLEZ-MACIEL, A.; REYNOSO-ROBLES, R.; VILLARREAL-CALDERON, R.; ENGLE, R. W. Air pollution, cognitive deficits and brain abnormalities: a pilot study with children and dogs. **Brain and cognition**, 68(2), 117–127, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.04.008>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- CAMP, P. G.; RAMIREZ-VENEGAS, A.; SANSORES, R. H.; ALVA, L. F.; MCDUGALL, J. E.; SIN, D. D.; PARÉ, P. D.; MÜLLER, N. L.; SILVA, C. I.; ROJAS, C. E.; COXSON, H. O. COPD phenotypes in biomass smoke- versus tobacco smoke-exposed Mexican women. **The European respiratory journal**, 43(3), 725–734, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1183/09031936.00206112>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- CAO, B.; CHEN, Y.; MCINTYRE, R. S. Comprehensive review of the current literature on impact of ambient air pollution and sleep quality. **Sleep medicine**, 79, 211–219, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.04.009>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- CAO, J.; HERMAN, A. B.; WEST, G. B.; POE, G.; SAVAGE, V. M. Unraveling why we sleep: Quantitative analysis reveals abrupt transition from neural reorganization to repair in early development. **Sci. Adv.**, 6, eaba0398, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/sciadv.aba0398>>. Acesso em: 14 dez. 2024.
- CARSKADON, M. A.; DEMENT, W. C. Normal human sleep: An overview. *In* **Principles and Practice of Sleep Medicine**, Fifth Edition, Elsevier Saunders, 16-26, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6645-3.00002-5>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- CARSKADON, M. A.; DEMENT, W. C. Normal human sleep: an overview. *In* **Principles and Practice of Sleep Medicine**, Fourth Edition. 13–23, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/b0-72-160797-7/50009-4>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- CARTER, K. A.; HATHAWAY, N. E.; LETTIERI, C. F. Common sleep disorders in children. **American family physician**, 89(5), 368–377, 2014. Disponível em: <<https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2014/0301/p368.html>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CASSOL; C. M.; MARTINEZ, D.; SILVA, F. A. B. S.; FISCHER, M. K.; LENZ, M. C. S.; BÓS, A. J. G. Is Sleep Apnea a Winter Disease?: Meteorologic and Sleep Laboratory Evidence Collected Over 1 Decade. **CHEST**, 142, 6, pp. 1499-1507, 2012.

CASTNEWS. **Brasil lidera consumo de podcasts no mundo, aponta pesquisa**. Castnews, 9 nov. 2023. Disponível em: <<https://www.castnews.com.br/brasil-lidera-consumo-de-podcasts-no-mundo-aponta-pesquisa>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

CETESB; Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do Ar: QUALAR**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>>. Acesso em: 19 jun. 2025.

CHEN, H.; KWONG, J. C.; COPES, R.; HYSTAD, P.; VAN DONKELAAR, A.; TU, K.; BROOK, J. R.; GOLDBERG, M. S.; MARTIN, R. V.; MURRAY, B. J.; WILTON, A. S.; KOPP, A.; BURNETT, R. T. Exposure to ambient air pollution and the incidence of dementia: A population-based cohort study. **Environment international**, 108, 271–277, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.08.020>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CHEN, H.; KWONG, J. C.; COPES, R.; TU, K.; VILLENEUVE, P. J.; VAN DONKELAAR, A.; HYSTAD, P.; MARTIN, R. V.; MURRAY, B. J.; JESSIMAN, B.; WILTON, A. S.; KOPP, A.; BURNETT, R. T. Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study. London: **Lancet**, 389(10070), 718–726, 2017. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32399-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32399-6)>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CHEN, M. C.; WANG, C. F.; LAI, B. C.; HSIEH, S. W.; CHEN, S. C.; HUNG, C. H.; KUO, C. H. Air Pollution Is Associated with Poor Cognitive Function in Taiwanese Adults. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 18(1):316, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijerph18010316>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CHUANG, H. C.; SU, T. Y.; CHUANG, K. J.; HSIAO, T. C.; LIN, H. L.; HSU, Y. T.; PAN, C. H.; LEE, K. Y.; HO, S. C.; LAI, C. H. Pulmonary exposure to metal fume particulate matter cause sleep disturbances in shipyard welders. **Environmental pollution** (Barking, Essex: 1987), 232, 523–532, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.09.082>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

CLAWSON, B. C.; DURKIN, J.; ATON, S. J. Form and function of sleep spindles across the lifespan. **Neural plasticity**, n. 6936381, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2016/6936381>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

CLIMATE AND CLEAN AIR COALITION. **International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations (IUAPPA)**. [s. d.]. Disponível em: <<https://www.ccacoalition.org/partners/international-union-air-pollution-prevention-and-environmental-protection-associations-iuappa>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

CLIMATE AND CLEAN AIR COALITION. **Short-lived climate pollutants**. [s. d.]. Disponível em: <<https://www.ccacoalition.org/content/short-lived-climate-pollutants>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

COLLINS, A.; KOECHLIN, E. Reasoning, learning, and creativity: frontal lobe function and human decision-making. **PLoS biology**, 10(3), e1001293, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001293>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

COLTEN, H. R.; ALTEVOGT, B. M.; Institute of Medicine (US) Committee on Sleep Medicine and Research (EE.). **Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem**. National Academies Press (US), 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK19956/>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CORREA, Ketllen Samantha de Oliveira. **O podcast como fonte de informação para divulgação científica sobre mudanças climáticas na Amazônia**. 2024. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biblioteconomia) – Faculdade de Informação e Comunicação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024. Disponível em: <<http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/8205>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

COWIE, M. R.; LINZ, D.; REDLINE, S.; SOMERS, V. K.; SIMONDS, A. K. Sleep Disordered Breathing and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review. **Journal of the American College of Cardiology**, 78(6), 608–624, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.05.048>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CSERBIK, D.; CHEN, J. C.; MCCONNELL, R.; BERHANE, K.; SOWELL, E. R.; SCHWARTZ, J.; HACKMAN, D. A.; KAN, E.; FAN, C. C.; HERTING, M. M. Fine particulate matter exposure during childhood relates to hemispheric-specific differences in brain structure. **Environment international**, 143, 105933, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105933>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CZAJA, S. J.; CHARNESS, N.; FISK, A. D.; HERTZOG, C.; NAIR, S. N.; ROGERS, W. A.; SHARIT, J. Factors predicting the use of technology: findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE). **Psychology and aging**, 21(2), 333–352, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.2.333>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

DAVIS, D. A.; AKOPIAN, G.; WALSH, J. P.; SIOUTAS, C.; MORGAN, T. E.; FINCH, C. E. Urban air pollutants reduce synaptic function of CA1 neurons via an NMDA/NŌ pathway in vitro. **Journal of neurochemistry**, 127(4), 509–519, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jnc.12395>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

DE LIMA DOLABELA, A.; MONTERO, V. M.; SINGER, W. The cholinergic innervation of the visual thalamus: an EM immunocytochemical study. **Exp Brain Res**, 59, 206–212, 1985. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF00237681>>. Acesso em: 31 dez. 2024.

DE MARTINO, M. M. F. Arquitetura do sono diurno e ciclo vigília-sono em enfermeiros nos turnos de trabalho. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 43, n. 1, p. 194–199, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0080-62342009000100025>>. Acesso em: 31 dez. 2024.

DE SARIO, M.; KATSOUYANNI, K.; MICHELOZZI, P. Climate change, extreme weather events, air pollution and respiratory health in Europe. **Eur Respir J**; 42: 826–843, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1183/09031936.00074712>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

- DEONI, S. C.; DEAN, D. C. 3rd; O'MUIRCHEARTAIGH, J.; DIRKS, H.; JERSKEY, B. A. Investigating white matter development in infancy and early childhood using myelin water fraction and relaxation time mapping. **NeuroImage**, v. 63, n. 3, p. 1038–1053, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.07.037>>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- DIAMOND, A. Executive functions. **Annual review of psychology**, 64, 135–168, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- DOMINGUES, D. M.; ROCHA, P. R.; MIACHON, A. C. M. V. *et al.* Sleep prediction using data from oximeter, accelerometer and snoring for portable monitor obstructive sleep apnea diagnosis. **Sci Rep**, 14, 24562, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-024-75935-8>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- DOMINICI, Francesca *et al.* Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. **JAMA**, Chicago, v. 295, n. 10, p. 1127–1134, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1001/jama.295.10.1127>>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- DOUGLAS, N. J.; WHITE, D. P.; WEIL, J. V.; PICKETT, C. K.; ZWILLICH, C. W. Hypercapnic ventilatory response in sleeping adults. **The American review of respiratory disease**, 126(5), 758–762, 1982. Disponível em: <<https://doi.org/10.1164/arrd.1982.126.5.758>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- DUFFY, J. F.; WANG, W.; RONDA, J. M.; CZEISLER, C. A. High dose melatonin increases sleep duration during nighttime and daytime sleep episodes in older adults. **Journal of pineal research**, 73(1), e12801, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jpi.12801>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- DUMOULIN BRIDI, M. C.; ATON, S. J.; SEIBT, J.; RENOUEAU, L.; COLEMAN, T.; FRANK, M. G. Rapid eye movement sleep promotes cortical plasticity in the developing brain. **Science advances**, 1(6), e1500105, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/sciadv.1500105>>. Acesso em: 31 dez. 2024.
- DUNLAP, J. C.; LOROS, J. J.; DECOURSEY, P. J. (EE.). **Chronobiology: Biological timekeeping**. Sinauer Associates, 2004.
- EL-KHATIB, H.; SANCHEZ, E.; ARBOUR, C.; VAN DER MAREN, S.; DUCLOS, C.; BLAIS, H.; CARRIER, J.; SIMONELLI, G.; HENDRYCKX, C.; PAQUET, J.; GOSSELIN, N. Slow wave activity moderates the association between new learning and traumatic brain injury severity. **Sleep**, 44(4), zsaa242, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/sleep/zsaa242>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- ELDER, A.; GELEIN, R.; SILVA, V.; FEIKERT, T.; OPANASHUK, L.; CARTER, J.; POTTER, R.; MAYNARD, A.; ITO, Y.; FINKELSTEIN, J.; OBERDÖRSTER, G. Translocation of inhaled ultrafine manganese oxide particles to the central nervous system. **Environmental health perspectives**, 114(8), 1172–1178, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1289/ehp.9030>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

- ESPA, F.; ONDZE, B.; DEGLISE, P.; BILLIARD, M.; BESSET, A. Sleep architecture, slow wave activity, and sleep spindles in adult patients with sleepwalking and sleep terrors. **Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology**, 111(5), 929–939, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s1388-2457\(00\)00249-2](https://doi.org/10.1016/s1388-2457(00)00249-2)>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- FARO, A. Análise fatorial confirmatória das três versões da Perceived Stress Scale (PSS): um estudo populacional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 28, n. 1, p. 21–30, 2015.
- FIELDS, R. D. White matter in learning, cognition and psychiatric disorders. **Trends in neurosciences**, v. 31, n. 7, p. 361–370, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tins.2008.04.001>>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- FIORE, A. M.; NAIK, V.; LEIBENSPERGER, E. M. Air quality and climate connections. **Journal of the Air & Waste Management Association (1995)**, 65(6), 645–685, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10962247.2015.1040526>>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- FIX, G. M.; HOUSTON, T. K.; BARKER, A. M.; WEXLER, L.; COOK, N.; VOLKMAN, J. E.; BOKHOUR, B. G. A novel process for integrating patient stories into patient education interventions: incorporating lessons from theater arts. **Patient education and counseling**, 88(3), 455–459, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pec.2012.06.012>>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- FORTIER-BROCHU, E.; MORIN, C. M. Cognitive impairment in individuals with insomnia: clinical significance and correlates. **Sleep**, v. 37, n. 11, p. 1787–1798, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.5665/sleep.4172>>. Acesso em: 26 jan. 2025.
- FORTIS, E. A. F.; NORA, F. S. Hipoxemia e hipóxia pré operatória: conceito, diagnóstico, mecanismos, causas e fluxograma de atendimento. **Rev. bras. anesthesiol**, 50(4): 317-29, 2000.
- FULLER, R.; LANDRIGAN, P. J.; BALAKRISHNAN, K.; BATHAN, G.; BOSE-O'REILLY, S.; BRAUER, M.; CARAVANOS, J.; CHILES, T.; COHEN, A.; CORRA, L.; CROPPER, M.; FERRARO, G.; HANNA, J.; HANRAHAN, D.; HU, H.; HUNTER, D.; JANATA, G.; KUPKA, R.; LANPHEAR, B.; LICHTVELD, M.; YAN, C. Pollution and health: a progress update. **The Lancet: Planetary health**, 6(6), e535–e547, 2022. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00090-0)>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- GALLAND, B. C.; TAYLOR, B. J.; ELDER, D. E.; HERBISON, P. Normal sleep patterns in infants and children: a systematic review of observational studies. **Sleep medicine reviews**, 16(3), 213–222, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.smr.2011.06.001>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- GALLAGHER, M.; KOH, M. T. Episodic memory on the path to Alzheimer's disease. **Current opinion in neurobiology**, 21(6), 929–934, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.conb.2011.10.021>>. Acesso em: 07 jul. 2025.
- GASPARRINI, Antonio; ARMSTRONG, Ben; KENWARD, Michael G. Distributed lag non-linear models. **Statistics in Medicine**, Hoboken, v. 29, n. 21, p. 2224–2234, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/sim.3940>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

GATTO, N. M.; HENDERSON, V. W.; HODIS, H. N.; ST JOHN, J. A.; LURMANN, F.; CHEN, J. C.; MACK, W. J. Components of air pollution and cognitive function in middle-aged and older adults in Los Angeles. *Neurotoxicology*, 40, 1–7, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neuro.2013.09.004>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

GILLETTE, M.; ABBOTT S. Sleep Research Society. SRS Basics of Sleep Guide. Fundamentals of the circadian system, Westchester: **Sleep Research Society**, pp. 131–138, 2005.

GIRARDEAU, G.; LOPES-DOS-SANTOS, V. Brain neural patterns and the memory function of sleep. New York: **Science**, 374(6567), 560–564, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.abi8370>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

GLOBAL BURDEN OF DISEASE COLLABORATIVE NETWORK. **Global Burden of Disease Study 2021 (GBD 2021)**. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2024. Disponível em: <<https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

GOLDSTEIN, A. N.; WALKER, M. P. The role of sleep in emotional brain function. **Annual review of clinical psychology**, 10, 679–708, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032813-153716>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

GRAF, P.; SQUIRE, L. R.; MANDLER, G. The information that amnesic patients do not forget. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition*, 10(1), 164–178, 1984. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037//0278-7393.10.1.164>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

GREER, S. M.; GOLDSTEIN, A. N.; KNUTSON, B.; WALKER, M. P. A Genetic Polymorphism of the Human Dopamine Transporter Determines the Impact of Sleep Deprivation on Brain Responses to Rewards and Punishments. **Journal of cognitive neuroscience**, 28(6), 803–810, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/jocn_a_00939>. Acesso em: 26 fev. 2025.

GUILLEMINAULT, C.; KIRISOGLU, C.; BAO, G.; ARIAS, V.; CHAN, A.; LI, K. K. Adult chronic sleepwalking and its treatment based on polysomnography. **Brain: a journal of neurology**, 128(Pt 5), 1062–1069, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/brain/awh481>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

GUMENYUK, V.; ROTH, T.; KORZYU-KOV, O.; JEFFERSON, C.; KICK, A.; SPEAR, L.; TEPLY, N.; DRAKE, C. L. Shift Work Sleep Disorder Is Associated with an Attenuated Brain Response of Sensory Memory and an Increased Brain Response to Novelty: An ERP Study. **Sleep**, 33, 703-713, 2010.

GUXENS, M.; GARCIA-ESTEBAN, R.; GIORGIS-ALLEMAND, L.; FORNS, J.; BADALONI, C.; BALLESTER, F.; BEELEN, R.; CESARONI, G.; CHATZI, L.; DE AGOSTINI, M.; DE NAZELLE, A.; EEFTENS, M.; FERNANDEZ, M. F.; FERNÁNDEZ-SOMOANO, A.; FORASTIERE, F.; GEHRING, U.; GHASSABIAN, A.; HEUDE, B.; JADDOE, V. W. V.; KLÜMPER, C.; KOGEVINAS, M.; KRÄMER, U.; LARROQUE, B.; LERTXUNDI, A.; LERTXUNI, N.; MURCIA, M.; NAVEL, V.; NIEUWENHUIJSEN, M.; PORTA, D.; RAMOS, R.; ROUMELIOTAKI, T.; SLAMA, R.; SØRENSEN, M.;

STEPHANOU, E. G.; SUGIRI, D.; TARDÓN, A.; TIEMEIER, H.; TIESLER, C. M. T.; VERHULST, F. C.; VRIJKOTTE, T.; WILHELM, M.; BRUNEKREEF, B.; PERSHAGEN, G.; SUNYER, J. Air pollution during pregnancy and childhood cognitive and psychomotor development: Six European birth cohorts. **Epidemiology**, 25(5):p 636-647, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1097/EDE.000000000000133>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HAHAD, O.; LELIEVELD, J.; BIRKLEIN, F.; LIEB, K.; DAIBER, A.; MÜNZEL, T. Ambient Air Pollution Increases the Risk of Cerebrovascular and Neuropsychiatric Disorders through Induction of Inflammation and Oxidative Stress. **International journal of molecular sciences**, 21(12), 4306, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijms21124306>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

HAHN, C. D.; EMERSON, R. G. Electroencephalography and evoked potentials. In JANKOVIC, J.; MAZZIOTTA, J. C.; POMEROY, S. L.; NEWMAN, N. J. (EE.) **Bradley and Daroff's Neurology in Clinical Practice**. 8th ed. Philadelphia: Elsevier; 2022. Disponível em: <<https://doi.org/>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

HAIMOV, I.; HANUKA, E.; HOROWITZ, Y. Chronic insomnia and cognitive functioning among older adults. **Behavioral sleep medicine**, v. 6, n. 1, p. 32–54, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15402000701796080>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

HAKE, Holly. **Speed of forgetting: a computational biomarker and early indicator for memory impairment**. 2024. Tese (Doutorado em Neurociência Comportamental) – University of Washington, Seattle, 2024. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1773/51797>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

HARRISON, R. M.; YIN, J. Particulate matter in the atmosphere: which particle properties are important for its effects on health?. **The Science of the total environment**, 249(1-3), 85–101, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s0048-9697\(99\)00513-6](https://doi.org/10.1016/s0048-9697(99)00513-6)>. Acesso em: 31 dez. 2024.

HARVEY, P. D. Domains of cognition and their assessment. **Dialogues in clinical neuroscience**, 21(3), 227–237, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.31887/DCNS.2019.21.3/pharvey>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

HASAN, R.; GENTA, P. R.; PINHEIRO, G. L. *et al.* Validation of an overnight wireless high-resolution oximeter for the diagnosis of obstructive sleep apnea at home. **Sci Rep**, 12, 15136, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-022-17698-8>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

HE, Y.; LIU, W.; LIN, S.; LI, Z.; QIU, H.; YIM, S. H. L.; CHUANG, H.; HO, K. Association of traffic air pollution with severity of obstructive sleep apnea in urban areas of Northern Taiwan: A cross-sectional study. **The Science of the total environment**, 827, 154347, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154347>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

HEALTH EFFECTS INSTITUTE. **State of Global Air 2024: Special Report Boston.**

Health Effects Institute; Global Burden of Disease Study 2021, IHEM, 2024. Disponível em: <<https://ghdx.healthdata.org/gbd-2021>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

HEINZ, Michele; MIRANDA, Angelica. Ciência aberta: argumentos e desafios para sua legitimação científica. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 30, e135618, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1808-5245.30.135618>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

HEINZER, R.; GAUDREAU, H.; DÉCARY, A.; SFORZA, E.; PETIT, D.; MORISSON, F.; MONTPLAISIR, J. Slow-wave activity in sleep apnea patients before and after continuous positive airway pressure treatment: contribution to daytime sleepiness. **Chest**, 119:1807–1813, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1378/chest.119.6.1807>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

HONG, C.; ZHANG, Q.; ZHANG, Y.; DAVIS, S. J.; TONG, D.; ZHENG, Y.; LIU, Z.; GUAN, D.; HE, K.; SCHELLNHUBER, H. J. Impacts of climate change on future air quality and human health in China. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 116(35), 17193–17200, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1812881116>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

HORTON, D. E.; HARSHVARDHAN; DIFFENBAUGH, N. S. Response of air stagnation frequency to anthropogenically enhanced radiative forcing. **Environmental research letters**, 7(4), 044034, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044034>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

HUANG, C.; CHEN, J. H. Meta-Analysis of the Factor Structures of the Beck Depression Inventory-II. **Assessment**, 22(4), 459–472, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1073191114548873>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

HUDGEL, D. W.; MARTIN, R. J.; JOHNSON, B.; HILL, P. Mechanics of the respiratory system and breathing pattern during sleep in normal humans. **Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology**, 56(1), 133–137, 1984. Disponível em: <<https://doi.org/10.1152/jappl.1984.56.1.133>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

IGLOWSTEIN, I.; JENNI, O. G.; MOLINARI L.; LARGO, R. H. Sleep duration from infancy to adolescence: Reference values and generational trends. **Pediatrics**, 111 (2): 302–307, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1542/peds.111.2.302>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

IQAIR. **Santos, Brazil**. Disponível em: <<https://www.iqair.com/air-quality-map/brazil/sao-paulo/santos>>. Acesso em: 27 fev. 2025.

JEDRYCHOWSKI, W. A.; PERERA, F. P.; CAMANN, D.; SPENGLER, J.; BUTSCHER, M.; MROZ, E., MAJEWSKA, R.; FLAK, E.; JACEK, R.; SOWA, A. Prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and cognitive dysfunction in children. **Environmental science and pollution research international**, 22(5), 3631–3639, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-014-3627-8>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

JENNI, O. G.; ACHERMANN, P.; CARSKADON, M. A. Homeostatic sleep regulation in adolescents. **Sleep**, 28(11), 1446–1454, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/sleep/28.11.1446>>. Acesso em: 27 fev. 2025.

JU, Y. E. S.; ZANGRILLI, M. A.; FINN, M. B.; FAGAN, A. M.; HOLTZMAN, D. M. Obstructive sleep apnea treatment, slow wave activity, and amyloid- β . **Annals of neurology. Physiol. Behav.**; 85:291–295, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ana.25408>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

JU, Y. S.; ZANGRILLI, M. A.; FINN, M. B.; FAGAN, A. M.; HOLTZMAN, D. M. Obstructive sleep apnea treatment, slow wave activity, and amyloid- β . **Annals of neurology**, 85(2), 291–295, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ana.25408>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

KAMPA, M.; CASTANAS, E. Human health effects of air pollution. **Environmental pollution** (Barking, Essex:1987), 151(2), 362–367, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>>. Acesso em: 31 dez. 2024.

KAMRADT, J. M.; NIKOLAS, M. A.; BURNS, G. L.; GARNER, A. A.; JARRETT, M. A.; LUEBBE, A. M.; BECKER, S. P. Barkley Deficits in Executive Functioning Scale (BDEFS): Validation in a large multisite college sample. **Assessment**, 28(3), 964–976, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1073191119869823>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

KILLGORE, W. D. S.; VANUK, J. R.; SHANE, B. R., WEBER, M.; BAJAJ, WEBER. S. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of blue wavelength light exposure on sleep and recovery of brain structure, function, and cognition following mild traumatic brain injury. **Neurobiology of Disease**, 134, 104679, 2020.

KINNEY, P. L. Climate change, air quality, and human health. **Am J Prev Med.**;35(5):459–467, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.025>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

KLAUSEN, F. B.; AMIDI, A.; KJÆRGAARD, S. K.; SCHLÜNSSEN, V.; RAVN, P.; ØSTERGAARD, K., GUTZKE, V. H.; GLASIUS, M.; GRØNBORG, T. K.; HANSEN, S. N.; ZACHARIAE, R.; WARGOCKI, P.; SIGSGAARD, T. The effect of air quality on sleep and cognitive performance in school children aged 10-12 years: a double-blinded, placebo-controlled, crossover trial. **International journal of occupational medicine and environmental health**, 36(2), 177–191, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.02032>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

KOSHIYAMA, D.; FUKUNAGA, M.; OKADA, N.; MORITA, K.; NEMOTO, K.; YAMASHITA, F.; YAMAMORI, H.; YASUDA, Y.; MATSUMOTO, J.; FUJIMOTO, M.; KUDO, N.; AZECHI, H.; WATANABE, Y.; KASAI, K.; HASHIMOTO, R. Association between the superior longitudinal fasciculus and perceptual organization and working memory: A diffusion tensor imaging study. **Neuroscience letters**, v. 738, 135349, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.135349>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

KOZHEMIAKO, N.; BUCKLEY, A. W.; CHERVIN, R. D.; REDLINE, S.; PURCELL, S. M. Mapping neurodevelopment with sleep macro- and micro-architecture across multiple

pediatric populations. **NeuroImage. Clinical**, v. 41, n. 103552, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.nicl.2023.103552>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

KRIEGER, J. **Respiratory Physiology: Breathing in Normal Subjects**. Principles and Practice of Sleep Medicine (Fourth Edition), pp. 232-244, 2005.

KRYSTAL, A. D.; EDINGER, J. D. **Measuring sleep quality**. Sleep medicine, 9 Suppl 1, S10–S17, 2008. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S1389-9457\(08\)70011-X](https://doi.org/10.1016/S1389-9457(08)70011-X)>. Acesso em: 26 fev. 2025.

KULICK, E. R.; WELLENIUS, G. A.; BOEHME, A. K.; JOYCE, N. R.; SCHUPF, N.; KAUFMAN, J. D.; MAYEUX, R.; SACCO, R. L.; MANLY, J. J.; ELKIND, M. S. V. Long-term exposure to air pollution and trajectories of cognitive decline among older adults. **Neurology**, [S.l.], v. 94, n. 17, p. e1782–e1792, 2020. Disponível em: <<https://n.neurology.org/content/94/17/e1782>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

KURTH, S.; RIEDNER, B. A.; DEAN, D. C.; O'MUIRCHEARTAIGH, J.; HUBER, R.; JENNI, O. G.; DEONI, S. C. L.; LEBOURGEOIS, M. K. Traveling Slow Oscillations During Sleep: A Marker of Brain Connectivity in Childhood. **Sleep**, v. 40, n. 9, zsx121, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/sleep/zsx121>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

KURTH, S.; RINGLI, M.; GEIGER, A.; LEBOURGEOIS, M.; JENNI, O. G.; HUBER, R. Mapping of cortical activity in the first two decades of life: a high-density sleep electroencephalogram study. **The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience**, v. 30, n. 40, p. 13211–13219, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2532-10.2010>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

KURTH, S.; RINGLI, M.; LEBOURGEOIS, M. K.; GEIGER, A.; BUCHMANN, A.; JENNI, O. G.; HUBER, R. Mapping the electrophysiological marker of sleep depth reveals skill maturation in children and adolescents. **NeuroImage**, v. 63, n. 2, p. 959–965, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.03.053>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

KVAVILASHVILI, L.; ELLIS, J. Varieties of intention: Some distinctions and classifications. In M. Brandimonte, G. O. Einstein; M. A. McDaniel (EE.), **Prospective memory: Theory and applications**, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, pp. 23–51, 1996.

KVAVILASHVILI, L.; ELLIS, J.; BRANDIMONTE, M.; EINSTEIN, G. O.; MCDANIEL, M. A.; Prospective memory: theory and applications. Mahwah: **Erlbaum**; 1996. Varieties of intention: Some distinctions and classifications. Disponível em: <<https://doi.org/>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

LAWSON, R.; FERNANDES, A. M.; ALBUQUERQUE, P. B.; LACEY, S. Remembering touch: Using interference tasks to study tactile and haptic memory. In Jolicoeur, P.; Lefebvre, C.; Martinez-Trujillo, J. (EE.), **Mechanisms of sensory working memory: Attention and performance XXV**. Elsevier Academic Press, pp. 229-249, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

- LEHNER, J.; FRUEH, J. S.; DATTA, A. N. Sleep quality and architecture in Idiopathic generalized epilepsy: A systematic review and meta-analysis. **Sleep medicine reviews**, 65, 101689, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2022.101689>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- LI, H.; CAI, J.; CHEN, R.; ZHAO, Z.; YING, Z.; WANG, L.; CHEN, J.; HAO, K.; KINNEY, P. L.; CHEN, H.; KAN, H. Particulate Matter Exposure and Stress Hormone Levels: A Randomized, Double-Blind, Crossover Trial of Air Purification. **Circulation**, 136(7), 618–627, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026796>>. Acesso em: 31 dez. 2024.
- LI, L.; ZHANG, W.; XIE, L.; JIA, S.; FENG, T.; YU, H.; HUANG, J.; QIAN, B. Effects of atmospheric particulate matter pollution on sleep disorders and sleep duration: a cross-sectional study in the UK biobank. **Sleep medicine**, 74, 152–164, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.07.032>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- LINDSEY, R.; DAHLMAN, L. **Climate Change: Global Temperature (Understanding Climate)**. Science & Information for Climate Smart Nation, 2024. Disponível em: <<http://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- LIU, X.; MA, Y.; OUYANG, R. *et al.* The relationship between inflammation and neurocognitive dysfunction in obstructive sleep apnea syndrome. **J Neuroinflammation**, 17, 229 (2020). Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12974-020-01905-2>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- LO, J. C.; CHONG, P. L.; GANESAN, S.; LEONG, R. L.; CHEE, M. W. Sleep deprivation increases formation of false memory. **Journal of sleep research**, 25(6), 673–682, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jsr.12436>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- LOHMANN, P. M.; GSOTTBAUER, E.; YOU, J.; KONTOLIFIS, A. Air pollution and anti-social behaviour: Evidence from a randomised lab-in-the-field experiment. **Social Science & Medicine**, 1982, 320, 115617, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115617>>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- LOKHANDWALA, S.; SPENCER, R. M. C. Relations between sleep patterns early in life and brain development: A review. **Developmental cognitive neuroscience**, 56, 101130, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101130>>. Acesso em: 14 dez. 2024.
- MA, N.; DINGES, D. F.; BASNER, M.; RAO, H. How acute total sleep loss affects the attending brain: a meta-analysis of neuroimaging studies. **Sleep**, 38(2), 233–240, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.5665/sleep.4404>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- MA, Y.; LIANG, L.; ZHENG, F.; SHI, L.; ZHONG, B.; XIE, W. Association Between Sleep Duration and Cognitive Decline. **JAMA network open**, 3(9), e2013573, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.13573>>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- MAHONEY, C. E.; COGSWELL, A.; KORALNIK, I. J.; SCAMMELL, T. E. The neurobiological basis of narcolepsy. **Nature reviews. Neuroscience**, 20(2), 83–93, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41583-018-0097-x>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MALLACH, G.; SHUTT, R.; THOMSON, E. M.; VALCIN, F.; KULKA, R.; WEICHENTHAL, S. Randomized Cross-Over Study of In-Vehicle Cabin Air Filtration, Air Pollution Exposure, and Acute Changes to Heart Rate Variability, Saliva Cortisol, and Cognitive Function. **Environmental science & technology**, 57(8), 3238–3247, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.est.2c06556>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MALLOY-DINIZ, L. F.; LASMAR, V. A. P.; GAZINELLI, L. DE S. R.; FUENTES, D.; SALGADO, J. V. The Rey Auditory-Verbal Learning Test: applicability for the Brazilian elderly population. **Brazilian Journal of Psychiatry**, 29(4), 324–329, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-44462006005000053>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MALLOY-DINIZ, L. F.; MATTOS, P.; LEITE, W. B.; ABREU, N.; COUTINHO, G.; PAULA, J. J. DE; TAVARES, H.; VASCONCELOS, A. G.; FUENTES, D. Tradução e adaptação cultural da Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11) para aplicação em adultos brasileiros. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, 59(2), 99–105, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0047-20852010000200004>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MARTINELLI, D. D.; VILELA-MARTIN, J. F. Questionário de Berlim é um bom instrumento diagnóstico para a apneia obstrutiva do sono em indivíduos hipertensos? **Rev. bras. hipertens**, 20(2): 91-94, 2013. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/881691/rbh_v20n2_91-94.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MASON, G. M.; LOKHANDWALA, S.; RIGGINS, T.; SPENCER, R. M. C. Sleep and human cognitive development. **Sleep medicine reviews**, 57, 101472, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101472>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MASTIN, D. F.; BRYSON, J.; CORWYN, R. Assessment of sleep hygiene using the Sleep Hygiene Index. **Journal of behavioral medicine**, 29(3), 223–227, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10865-006-9047-6>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

MEEHL, G. A.; TEBALDI, C. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. **Science**, 305: 994–997, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.1098704>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; FARIA, N. C. Memória. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 28, n. 4, p. 780–788, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-7153.201528416>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; MELO, L. B. R. Explorando a função executiva: A bateria de avaliação frontal. In BARBOSA, A. J. G. (Ed.), **Atualizações em psicologia social e desenvolvimento humano**. Juiz de Fora, MG: Editora da Universidade Federal de Juiz de Fora, pp. 5-193, 2011.

MUNZEL, T.; GORI, T.; AL-KINDI, S.; DEANFIELD, J.; LELIEVELD, J.; DAIBER, A.; RAJAGOPALAN, S. Effects of gaseous and solid constituents of air pollution on endothelial function. **Eur. Heart. J.**, 39:3543–3550, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy481>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

NEWBURY, C. R.; CROWLEY, R.; RASTLE, K.; TAMMINEN, J. Sleep deprivation and memory: Meta-analytic reviews of studies on sleep deprivation before and after learning. **Psychological bulletin**, 147(11), 1215–1240, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/bul0000348>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

OBERDÖRSTER, G.; SHARP, Z.; ATUDOREI, V.; ELDER, A.; GELEIN, R.; KREYLING, W.; COX, C. Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain. **Inhalation Toxicology**, 16(6-7), 437–445, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/08958370490439597>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

OHAYON, M. M.; CARSKADON, M. A.; GUILLEMINAULT, C.; VITIELLO, M. V. 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, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/sleep/27.7.1255>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

OLIVEIRA, M.; RIGONI, M.; ANDRETTA, I.; MORAES, J. F. Validação do Teste Figuras Complexas de Rey na população brasileira. **Avaliação Psicológica**, 3(1), 33-38, 2004. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712004000100004&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 24 dez. 2024.

ONDZE, B.; ESPA, F.; DAUVILLIERS, Y.; BILLIARD, M.; BESSET, A. Sleep architecture, slow wave activity and sleep spindles in mild sleep disordered breathing. **Clinical neurophysiology**, 114(5), 867–874, 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s1388-2457\(02\)00389-9](https://doi.org/10.1016/s1388-2457(02)00389-9)>. Acesso em: 28 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**, 1948. Rio de Janeiro: Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**, [s.d.]. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 20 jun. 2025.

ORRU, H.; EBI, K. L.; FORSBERG, B. The Interplay of Climate Change and Air Pollution on Health. **Current environmental health reports**, 4(4), 504–513, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40572-017-0168-6>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

OUDMAN, E.; NIJBOER, T. C.; POSTMA, A.; WIJNIA, J. W.; VAN DER STIGCHEL, S. Procedural Learning and Memory Rehabilitation in Korsakoff's Syndrome - a Review of the Literature. **Neuropsychology review**, 25(2), 134–148, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11065-015-9288-7>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

PASCOE, J. E.; ZYGMUNT, A.; EHSAN, Z.; GURBANI, N. Sleep in pediatric neuromuscular disorders. **Seminars in pediatric neurology**, 48, 101092, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.spen.2023.101092>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

PASSOS, M. H. P.; SILVA, H. A.; PITANGUI, A. C. R.; OLIVEIRA, V. M. A.; LIMA, A. S.; ARAÚJO, R. C. Reliability and validity of the Brazilian version of the Pittsburgh Sleep Quality Index in adolescents. **Jornal De Pediatria**, 93(2), 200–206, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jped.2016.06.006>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

PEREGRIM, I.; GREŠOVÁ, S.; ŠTIMMELOVÁ, J.; BAČOVÁ, I.; FULTON, B.L.; TOKÁROVÁ, D.; GÁBOROVÁ, M.; BRANDEBUROVÁ, A.; DONIČOVÁ, V.; RUSNÁKOVÁ, S.; *et al.* Strong coincidence between slow wave sleep and low AHI is explainable by the high instability of slow wave sleep to obstructive apnea exposure. **Physiol. Res.**; 68:857–865, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.33549/physiolres.934025>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

PHYU, S. L.; ERCAN, S.; HARRISS, E.; TURNBULL, C. Nocturnal oxygen therapy in obstructive sleep apnoea: a systematic review and meta-analysis. **European respiratory review**, 33(171), 230173, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1183/16000617.0173-2023>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

PINHEIRO, G. D. L.; CRUZ, A. F.; DOMINGUES, D. M.; GENTA, P. R.; DRAGER, L. F.; STROLLO, P. J.; LORENZI-FILHO, G. Validation of an overnight wireless high-resolution oximeter plus cloud-based algorithm for the diagnosis of obstructive sleep apnea. São Paulo: **Clinics**, 75, e2414, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.6061/clinics/2020/e2414>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

PORTAS, C. M.; BJORVATN, B.; URSIN, R. Serotonin and the sleep/wake cycle: special emphasis on microdialysis studies. **Progress in Neurobiology**, 60(1), 13–35, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s0301-0082\(98\)00097-5](https://doi.org/10.1016/s0301-0082(98)00097-5)>. Acesso em: 31 dez. 2024.

PÖSCHL, U.; SHIRAIWA, M. Multiphase chemistry at the atmosphere-biosphere interface influencing climate and public health in the anthropocene. **Chemical reviews**, 115(10), 4440–4475, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/cr500487s>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

REDEKER, N. S.; CONLEY, S.; O'CONNELL, M.; GEER, J. H.; YAGGI, H.; JEON, S. Sleep-related predictors of cognition among adults with chronic insomnia and heart failure enrolled in a randomized controlled trial of cognitive behavioral therapy for insomnia. **JCSM**, 19(6), 1073–1081, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.5664/jcsm.10498>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

REDEKER, N. S.; CONLEY, S.; O'CONNELL, M.; GEER, J. H.; YAGGI, H.; JEON, S. Sleep-related predictors of cognition among adults with chronic insomnia and heart failure enrolled in a randomized controlled trial of cognitive behavioral therapy for insomnia. *Journal of clinical sleep medicine* : **JCSM**, 19(6), 1073–1081, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.5664/jcsm.10498>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

RIBEIRO, R. L. F.; MINGOTI, S. A. **Modelos geoestatísticos de previsão espaço-temporal: Implementação computacional no software R**. In XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2007.

RICE, M. B.; HENDERSON, S. B.; LAMBERT, A. A.; CROMAR, K. R.; HALL, J. A.; CASCIO, W. E.; SMITH, P. G.; MARSH, B. J.; COEFIELD, S.; BALMES, J. R.; KAMAL, A.; GILMOUR, M. I.; CARLSTEN, C.; NAVARRO, K. M.; COLLMAN, G. W.; RAPPOLD, A.; MILLER, M. D.; STONE, S. L.; COSTA, D. L. Respiratory Impacts of Wildland Fire Smoke: Future Challenges and Policy Opportunities. An Official American Thoracic Society Workshop Report. **Annals of the American Thoracic Society**, 18(6), 921–930, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1513/Annals.ATS.202102-148ST>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

ROSE, R.; CHAKRABORTY, S.; MASON-LAI, P.; BROCKE, W.; PAGE, S.; CAWTHORPE, D. The storied mind: A meta-narrative review exploring the capacity of stories to foster humanism in health care. **J Hosp Admin.**; 5:52, 2015.

SAMUEL, J.; FRANKLIN, C. Hypoxemia and Hypoxia. *In* MYERS, J. A., MILLIKAN, K. W.; SACLARIDES, T. J. (EE.) **Common Surgical Diseases**. Springer, New York, NY, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-75246-4_97>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SÁNCHEZ, T.; GOZAL, D.; SMITH, D. L.; FONCEA, C.; BETANCUR, C.; BROCKMANN, P. E. Association between air pollution and sleep disordered breathing in children. **Pediatric pulmonology**, 54(5), 544–550, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ppul.24256>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SANCHEZ-ESPINOSA, M. P.; ATIENZA, M.; CANTERO, J. L. Sleep deficits in mild cognitive impairment are related to increased levels of plasma amyloid- β and cortical thinning. **Neuroimage**, 98:395–404, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.027>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SAUERLAND, E. K.; HARPER, R. M. The human tongue during sleep: electromyographic activity of the genioglossus muscle. **Experimental neurology**, 51(1), 160–170, 1976. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0014-4886\(76\)90061-3](https://doi.org/10.1016/0014-4886(76)90061-3)>. Acesso em: 28 fev. 2025.

SENSE, Florian; MEIJER, Rob R.; VAN RIJN, Hedderik. Exploration of the rate of forgetting as a domain-specific individual differences measure. **Frontiers in Education**, Lausanne, v. 3, art. 112, 17 dez. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/educ.2018.00112>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

SCHRAUFNAGEL, D. E.; BALMES, J. R.; COWL, C. T.; DE MATTEIS, S.; JUNG, S. H.; MORTIMER, K.; PEREZ-PADILLA, R.; RICE, M. B.; RIOJAS-RODRIGUEZ, H.; SOOD, A.; THURSTON, G. D.; TO, T.; VANKER, A.; WUEBBLES, D. J. Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems. **Chest**, 155(2), 417–426, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.041>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SCHRAUFNAGEL, D. E.; BALMES, J. R.; DE MATTEIS, S.; HOFFMAN, B.; KIM, W. J.; PEREZ-PADILLA, R.; RICE, M.; SOOD, A.; VANKER, A.; WUEBBLES, D. J. Health Benefits of Air Pollution Reduction. **Annals of the American Thoracic Society**, 16(12), 1478–1487, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1513/Annals.ATS.201907-538CME>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SEN, A.; TAI, X. Y. Sleep duration and executive function in adults. **Current neurology and neuroscience reports**, v. 23, n. 11, p. 801–813, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11910-023-01309-8>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

SHAW, P.; KABANI, N. J.; LERCH, J. P.; ECKSTRAND, K.; LENROOT, R.; GOGTAY, N.; GREENSTEIN, D.; CLASEN, L.; EVANS, A.; RAPOPORT, J. L.; GIEDD, J. N.; WISE, S. P. Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex. **The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience**, v. 28, n. 14, p. 3586–3594,

2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5309-07.2008>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

SHEKLETON, J. A.; FLYNN-EVANS, E. E.; MILLER, B.; EPSTEIN, L. J.; KIRSCH, D.; BROGNA, L. A.; BURKE, L. M.; CREMER, E.; MURRAY, J. M.; GEHRMAN, P.; LOCKLEY, S. W.; RAJARATNAM, S. M. W. Neurobehavioral performance impairment in insomnia: relationships with self-reported sleep and daytime functioning. **Sleep**, v. 37, n. 1, p. 107-116, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.5665/sleep.3318>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

SHEKLETON, J. A.; ROGERS, N. L.; RAJARATNAM, S. M. W. Searching for the daytime impairments of primary insomnia. **Sleep Medicine Reviews**, v. 14, n. 1, p. 47–60, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.06.001>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

SHEN, D.; WU, S.; DAI, P. Y.; LI, Y. S.; LI, C. M. Distribution of particulate matter and ammonia and physicochemical properties of fine particulate matter in a layer house. **Poultry science**, 97(12), 4137–4149, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/ps/pey285>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

SICLARI, F. Consciousness in non-REM-parasomnia episodes. **Journal of sleep research**, 34(1), e14275, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jsr.14275>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SILVA FILHO, J. H. **Validade e normas do Wisconsin Card Sorting Test em adultos da região de Ribeirão Preto**. 2007. Tese (Doutorado em Psicologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/T.59.2007.tde-11052007-105410>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

SIN, D. D.; DOIRON, D.; AGUSTI, A.; ANZUETO, A.; BARNES, P. J.; CELLI, B. R.; CRINER, G. J.; HALPIN, D.; HAN, M. K.; MARTINEZ, F. J.; MONTES DE OCA, M.; PAPI, A.; PAVORD, I.; ROCHE, N.; SINGH, D.; STOCKLEY, R.; LOPEZ VARLERA, M. V.; WEDZICHA, J.; VOGELMEIER, C.; BOURBEAU, J. GOLD Scientific Committee (2023). Air pollution and COPD: GOLD 2023 committee report. **The European respiratory journal**, 61(5), 2202469, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1183/13993003.02469-2022>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SOMERS, V. K.; DYKEN, M. E.; MARK, A. L.; ABOUD, F. M. Sympathetic-nerve activity during sleep in normal subjects. **The New England journal of medicine**, 328(5), 303–307, 1993. Disponível em: <<https://doi.org/10.1056/NEJM199302043280502>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

SQUIRE, L. R.; DEDE, A. J. Conscious and unconscious memory systems. **Cold Spring Harbor perspectives in biology**, 7(3), a021667, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/cshperspect.a021667>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

STATISTA. **Number of podcast listeners worldwide in selected countries in 2022 and 2027**. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/1498654/podcast-listeners-number-worldwide-selected-countries/>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

SUNDRAM, T. K. M.; TAN, E. S. S.; CHEAH, S. C.; LIM, H. S.; SEGHAYAT, M. S.; BUSTAMI, N. A.; TAN, C. K. Impacts of particulate matter (PM_{2.5}) on the health status of outdoor workers: observational evidence from Malaysia. **Environmental science and pollution research international**, 29(47), 71064–71074, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-022-20955-y>>. Acesso em: 31 dez. 2024.

TAI, X. Y.; CHEN, C.; MANOHAR, S.; HUSAIN, M. Impact of sleep duration on executive function and brain structure. **Commun Biol.**, 5:201, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s42003-022-03123-3>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

TAKI, Y.; HASHIZUME, H.; THYREAU, B.; SASSA, Y.; TAKEUCHI, H.; WU, K.; KOTOZAKI, Y.; NOUCHI, R.; ASANO, M.; ASANO, K.; FUKUDA, H.; KAWASHIMA, R. Sleep duration during weekdays affects hippocampal gray matter volume in healthy children. **NeuroImage**, 60(1), 471–475, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.11.072>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

TAROKH, L.; SALETIN, J. M.; CARSKADON, M. A. Sleep in adolescence: Physiology, cognition and mental health. **Neuroscience and biobehavioral reviews**, 70, 182–188, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.008>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

THE LANCET. Heatwaves and health. **Lancet**, 392(10145), 359, 2018. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30434-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30434-3)>. Acesso em: 12 de janeiro de 2025.

THE UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations**. [s.d.] Disponível em: <<https://www.unep.org/intergovernmental-air-pollution-network-latin-america-and-caribbean>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

THE WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Air pollution overview**. 2023. Disponível em: <<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants>>. Acesso em: 31 dez. 2024.

THE WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Mental health: strengthening our response**. Geneva: World Health Organization, [2022?]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>. Acesso em: 21 jun. 2025.

TONNE, C.; ELBAZ, A.; BEEVERS, S.; SINGH-MANOUX, A. Traffic-related air pollution in relation to cognitive function in older adults. **Epidemiology**, 25(5):674-81, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1097/EDE.000000000000144>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

TONON, A. C.; AMANDO, G. R.; CARISSIMI, A.; FREITAS, J. J.; XAVIER, N. B.; CAUMO, G. H.; SILVA, L. G.; DE SOUZA, D. O. G.; HIDALGO, M. P. The Brazilian-Portuguese version of the Sleep Hygiene Index (SHI): validity, reliability and association with depressive symptoms and sleep-related outcomes. São Paulo: **Sleep science**, 13(1), 37–48, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1984-0063.20190130>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

TULVING, E.; SCHACTER, D. L. Priming and human memory systems. New York: **Science**, 247(4940), 301–306, 1990. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1126/science.2296719>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

TWAMLEY, E. W.; WOODS, S. P.; ZURHELLEN, C. H.; VERTINSKI, M.; NARVAEZ, J. M.; MAUSBACH, B. T.; PATTERSON, T. L.; JESTE, D. V. Neuropsychological substrates and everyday functioning implications of prospective memory impairment in schizophrenia. **Schizophrenia research**, 106(1), 42–49, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.schres.2007.10.030>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

TWAMLEY, E. W.; WOODS, S. P.; ZURHELLEN, C. H.; VERTINSKI, M.; NARVAEZ, J. M.; MAUSBACH, B. T.; PATTERSON, T. L.; JESTE, D. V. Neuropsychological substrates and everyday functioning implications of prospective memory impairment in schizophrenia. **Schizophrenia research**, 106(1), 42–49, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.schres.2007.10.030>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

UNESCO. **Recomendação sobre ciência aberta**. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_por>. Acesso em: 25 jun. 2025.

VAN HALTEREN-VAN-TILBORG, I. A.; SCHERDER, E. J.; HULSTIJN, W. Motor-skill learning in Alzheimer's disease: a review with an eye to the clinical practice. **Neuropsychology review**, 17(3), 203–212, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11065-007-9030-1>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

VAN TIMMEREN, T.; DAAMS, J. G.; VAN HOLST, R. J.; GOUDRIAAN, A. E. Compulsivity-related neurocognitive performance deficits in gambling disorder: A systematic review and meta-analysis. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, 84, 204–217, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.11.022>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

WANG, J. X. L.; ANGELL, J. K. **Air stagnation climatology for the United States (1948–1998)**. NOAA/Air Resources Laboratory ATLAS; no.1, 1999. Disponível em: <<https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/50572>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

WANG, X.; PARIEN, M. A.; FLANNIGAN, M. D.; PARKS, S. A.; ANDERSON, K. R.; LITTLE, J. M.; TAYLOR, S. W. The potential and realized spread of wildfires across Canada. **Global change biology**, 20(8), 2518–2530, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/gcb.12590>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

WANG, Y.; XIONG, L.; TANG, M. Toxicity of inhaled particulate matter on the central nervous system: neuroinflammation, neuropsychological effects and neurodegenerative disease. **Journal of applied toxicology : JAT**, 37(6), 644–667, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jat.3451>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

WARGOCKI, P.; WYON, D. P. The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children (RP-1257). **H V A C & R Research**, 13(2), 193-220, 2007.

WECHSLER, D. **Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (WASI)**. APA PsycTests, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/t15170-000>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

WEINREICH, G.; TERJUNG, S.; WANG, Y. *et al.* Validation of a non-contact screening device for the combination of sleep-disordered breathing and periodic limb movements in sleep. **Sleep Breath**, 22, 131–138, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11325-017-1546-x>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

YATES, D. B.; TRENTINI, C. M.; TOSI, S. D.; CORRÊA, S. K.; POGGERE, L. C.; VALLI, F. Apresentação da Escala de Inteligência Wechsler abreviada: (WASI). **Avaliação Psicológica**, 5(2), 227-233, 2006. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712006000200012&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 26 fev. 2025.

YOUNAN, D.; PETKUS, A. J.; WIDAMAN, K. F.; WANG, X.; CASANOVA, R.; ESPELAND, M. A.; GATZ, M.; HENDERSON, V. W.; MANSON, J. E.; RAPP, S. R.; SACHS, B. C.; SERRE, M. L.; GAUSSOIN, S. A.; BARNARD, R.; SALDANA, S.; VIZUETE, W.; BEAVERS, D. P.; SALINAS, J. A.; CHUI, H. C.; RESNICK, S. M.; CHEN, J. C. Particulate matter and episodic memory decline mediated by early neuroanatomic biomarkers of Alzheimer's disease. **Brain: a journal of neurology**, 143(1), 289–302, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/brain/awz348>>. Acesso em: 07 jul. 2025.

YUAN, A.; HALABICKY, O.; RAO, H.; LIU, J. Lifetime air pollution exposure, cognitive deficits, and brain imaging outcomes: A systematic review. **Neurotoxicology**, 96, 69–80, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neuro.2023.03.006>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

YUAN, H.; HILL, E. A.; KYLE, S. D.; DOHERTY, A. A systematic review of the performance of actigraphy in measuring sleep stages. **Journal of sleep research**, 33(5), e14143, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jsr.14143>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

ZANOBETTI, A.; REDLINE, S.; SCHWARTZ, J.; ROSEN, D.; PATEL, S.; O'CONNOR, G. T.; LEBOWITZ, M.; COULL, B. A.; GOLD, D. R. Associations of PM10 with sleep and sleep-disordered breathing in adults from seven U.S. urban areas. **American journal of respiratory and critical care medicine**, 182(6), 819–825, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1164/rccm.200912-1797OC>>. Acesso em: 28 fev. 2025.

ZANOBETTI, Antonella; SCHWARTZ, Joel. Mortality displacement in the association of ozone with mortality: an analysis of 48 cities in the United States. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, v. 177, n. 2, p. 184–189, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1164/rccm.200708-1240OC>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

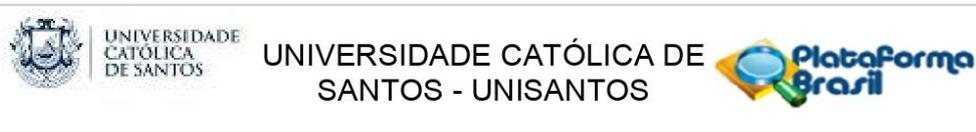
ZHANG, Q.; WANG, H.; ZHU, X.; LI, A.; LIU, C.; GUO, Y.; KAN, H.; CHEN, R. Air pollution may increase the sleep apnea severity: A nationwide analysis of smart device-based monitoring. Cambridge: **Innovation**, 4(6), 100528, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.xinn.2023.100528>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

ZHANG, X.; LV, L.; MIN, G.; WANG, Q.; ZHAO, Y.; LI, Y. Overview of the Complex Figure Test and Its Clinical Application in Neuropsychiatric Disorders, Including Copying and Recall. **Frontiers in neurology**, 12, 680474, 2021. Acesso no dia: 24 de novembro de 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fneur.2021.680474>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

ZHAO, D.; AZIMI, P.; STEPHENS, B. Evaluating the Long-Term Health and Economic Impacts of Central Residential Air Filtration for Reducing Premature Mortality Associated with Indoor Fine Particulate Matter (PM_{2.5}) of Outdoor Origin. **International journal of environmental research and public health**, 12(7), 8448–8479, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijerph120708448>>. Acesso em: 31 dez. 2024.

ZHOU, Y.; ZOU, Y.; LI, X.; CHEN, S.; ZHAO, Z.; HE, F.; ZOU, W.; LUO, Q.; LI, W.; PAN, Y.; DENG, X.; WANG, X.; QIU, R.; LIU, S.; ZHENG, J.; ZHONG, N.; RAN, P. Lung function and incidence of chronic obstructive pulmonary disease after improved cooking fuels and kitchen ventilation: a 9-year prospective cohort study. **PLoS medicine**, 11(3), e1001621, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001621>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

ANEXO A - Parecer consubstanciado do CEP (I)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da poluição do ar na qualidade do sono e no desempenho cognitivo de adolescentes

Pesquisador: VICTOR DE ARAUJO LUZ KUNTZ

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 72148123.7.0000.5536

Instituição Proponente: Universidade Católica de Santos - UNISANTOS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.421.312

Apresentação do Projeto:

Reapresentação do protocolo de pesquisa pelas pendências em documentos básicos: TCLE

Objetivo da Pesquisa:

Nada a declarar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Nada a declarar.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Nada a declarar.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A pendência apontada foi pelo TCLE necessitar ajustes, conforme recomendações em parecer anterior, em especial atenção quanto à forma de apresentação aos responsáveis legais. O documento apresentado atendeu a todas as pendências apontadas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pela aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Cumprindo com as Resoluções vigentes sobre Pesquisa com Seres Humanos do Conselho Nacional de Saúde, o Protocolo de Pesquisa foi analisado por um relator e, em Reunião Ordinária ocorrida

Endereço: Av. Conselheiro Nêbias, nº 300 Campus Dom Idílio José prédio administrativo, 2º andar, sala202
Bairro: Vila Mathias **CEP:** 11.015-002
UF: SP **Município:** SANTOS
Telefone: (13)3228-1254 **Fax:** (13)3205-5555 **E-mail:** comet@unisantos.br



UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE SANTOS

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SANTOS - UNISANTOS



Continuação do Parecer: 6.421.312

em 10/10/2023, o colegiado do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica de Santos o considerou Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2171384.pdf	03/10/2023 08:55:50		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	03/10/2023 08:55:26	VICTOR DE ARAUJO LUZ KUNTZ	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	31/08/2023 18:58:59	VICTOR DE ARAUJO LUZ	Aceito
Outros	Chamada.pdf	31/08/2023 18:53:40	VICTOR DE ARAUJO LUZ	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Pesquisa_Brochura.pdf	31/08/2023 18:53:26	VICTOR DE ARAUJO LUZ KUNTZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	31/08/2023 18:53:15	VICTOR DE ARAUJO LUZ KUNTZ	Aceito
Outros	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_6226932.pdf	09/08/2023 17:11:08	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	13_Berlin.pdf	28/07/2023 12:25:29	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	12_Pittsburgh.pdf	28/07/2023 12:24:59	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	11_IHS.pdf	28/07/2023 12:24:24	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	10_IGI.pdf	28/07/2023 12:23:55	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	9_Epworth.pdf	28/07/2023 12:23:17	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	8_PSS_14.pdf	28/07/2023 12:22:57	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	7_BIS_11PT.pdf	28/07/2023 12:22:30	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	6_BDI_II.pdf	28/07/2023 12:22:06	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	5_Trilhas_B.pdf	28/07/2023 12:21:06	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	5_Trilhas_A.pdf	28/07/2023	Edgar Toschi Dias	Aceito

Endereço: Av. Conselheiro Nébias, nº 300 Campus Dom Idílio José prédio administrativo, 2º andar, sala202
Bairro: Vila Mathias **CEP:** 11.015-002
UF: SP **Município:** SANTOS
Telefone: (13)3228-1254 **Fax:** (13)3205-5555 **E-mail:** comet@unisantos.br



UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE SANTOS

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SANTOS - UNISANTOS



Continuação do Parecer: 6.421.312

Outros	5_Trilhas_A.pdf	12:20:42	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	4_WCST.pdf	28/07/2023 12:10:34	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	3_FIGURAS_REY.pdf	28/07/2023 12:09:37	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	2_RAVLT.pdf	28/07/2023 12:09:10	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	1_WASI.pdf	28/07/2023 12:08:07	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	Carta_Encaminhamento_Clinica.pdf	28/07/2023 12:07:11	Edgar Toschi Dias	Aceito
Declaração de concordância	Carta_Concordancia_Clinica.pdf	28/07/2023 12:06:00	Edgar Toschi Dias	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	30/06/2023 08:09:02	Edgar Toschi Dias	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SANTOS, 16 de Outubro de 2023

Assinado por:
Cezar Henrique de Azevedo
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Conselheiro Nébias, nº 300 Campus Dom Idílio José prédio administrativo, 2º andar, sala202
Bairro: Vila Mathias **CEP:** 11.015-002
UF: SP **Município:** SANTOS
Telefone: (13)3228-1254 **Fax:** (13)3205-5555 **E-mail:** comet@unisantos.br

ANEXO B - Parecer consubstanciado do CEP (II)



UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE SANTOS

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SANTOS - UNISANTOS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Efeito da poluição do ar na qualidade do sono e no desempenho cognitivo de jovens e adultos

Pesquisador: VICTOR DE ARAUJO LUZ GALETTO

Área Temática:

Versão: 6

CAAE: 72148123.7.0000.5536

Instituição Proponente: Universidade Católica de Santos - UNISANTOS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.778.348

Apresentação do Projeto:

Versão de reapresentação de projeto com apresentação de Termos obrigatórios: TCLE de responsável legal de participantes de pesquisa menores de 18 anos.

Objetivo da Pesquisa:

Nada a declarar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Nada a declarar.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Nada a declarar.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apontado no parecer anterior a necessidade de "TCLE direcionado para o responsável do participante menor de 18 anos", pois o texto do documento denominado TCLE_Voluntário_Adolescente não atendeu ao formato destinado aos responsáveis pelos participantes menores de 18 anos.

Nessa versão o TCLE referente ao responsável pelo participante menor de 18 anos foi a contento.

Endereço: Av. Conselheiro Nébias, nº 300 Campus Dom Idílio José prédio administrativo, 2º andar, sala202

Bairro: Vila Mathias

CEP: 11.015-002

UF: SP

Município: SANTOS

Telefone: (13)3205-1254

Fax: (13)3205-5555

E-mail: comet@unisantos.br



UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE SANTOS

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SANTOS - UNISANTOS



Continuação do Parecer: 6.778.348

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Atendida a pendência relatada no último parecer.

Considerações Finais a critério do CEP:

O proponente apresentou em prazo inferior a 30 dias as respostas às pendências destacadas. Estas foram analisadas por relator e ad referendum nos termos da legislação em vigor, atendendo adequadamente e, portanto, considerado o projeto APROVADO.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2318169_E1.pdf	18/04/2024 23:03:04		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Voluntario_Adulto_Retificado.pdf	18/04/2024 23:02:34	VICTOR DE ARAUJO LUZ GALETTTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Voluntario_Adolescente_Retificado.pdf	18/04/2024 23:01:54	VICTOR DE ARAUJO LUZ GALETTTO	Aceito
Outros	Carta_Adendo.pdf	10/04/2024 01:09:46	VICTOR DE ARAUJO LUZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Voluntario_Adolescente.pdf	10/04/2024 01:05:08	VICTOR DE ARAUJO LUZ GALETTTO	Aceito
Brochura Pesquisa	Projeto_Pesquisa_Brochura_B.pdf	10/04/2024 00:58:43	VICTOR DE ARAUJO LUZ	Aceito
Outros	BDEFS.pdf	05/04/2024 09:37:21	VICTOR DE ARAUJO LUZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	03/10/2023 08:55:26	VICTOR DE ARAUJO LUZ KUNTZ	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	31/08/2023 18:58:59	VICTOR DE ARAUJO LUZ	Aceito
Outros	Chamada.pdf	31/08/2023 18:53:40	VICTOR DE ARAUJO LUZ	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Pesquisa_Brochura.pdf	31/08/2023 18:53:26	VICTOR DE ARAUJO LUZ KUNTZ	Aceito
TCLE / Termos de	TALE.pdf	31/08/2023	VICTOR DE	Aceito

Endereço: Av. Conselheiro Nébias, nº 300 Campus Dom Idílio José prédio administrativo, 2º andar, sala202
Bairro: Vila Mathias **CEP:** 11.015-002
UF: SP **Município:** SANTOS
Telefone: (13)3205-1254 **Fax:** (13)3205-5555 **E-mail:** comet@unisantos.br



UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE SANTOS

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SANTOS - UNISANTOS



Continuação do Parecer: 6.778.348

Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	18:53:15	LUZ KUNTZ	Aceito
Outros	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_ CEP_6226932.pdf	09/08/2023 17:11:08	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	13_Berlin.pdf	28/07/2023 12:25:29	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	12_Pittsburgh.pdf	28/07/2023 12:24:59	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	11_IHS.pdf	28/07/2023 12:24:24	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	10_IGI.pdf	28/07/2023 12:23:55	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	9_Epworth.pdf	28/07/2023 12:23:17	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	8_PSS_14.pdf	28/07/2023 12:22:57	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	7_BIS_11PT.pdf	28/07/2023 12:22:30	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	6_BDI_II.pdf	28/07/2023 12:22:06	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	5_Trilhas_B.pdf	28/07/2023 12:21:06	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	5_Trilhas_A.pdf	28/07/2023 12:20:42	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	4_WCST.pdf	28/07/2023 12:10:34	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	3_FIGURAS_REY.pdf	28/07/2023 12:09:37	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	2_RAVLT.pdf	28/07/2023 12:09:10	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	1_WASI.pdf	28/07/2023 12:08:07	Edgar Toschi Dias	Aceito
Outros	Carta_Encaminhamento_Clinica.pdf	28/07/2023 12:07:11	Edgar Toschi Dias	Aceito
Declaração de concordância	Carta_Concordancia_Clinica.pdf	28/07/2023 12:06:00	Edgar Toschi Dias	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	30/06/2023 08:09:02	Edgar Toschi Dias	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Conselheiro Nébias, nº 300 Campus Dom Idílio José prédio administrativo, 2º andar, sala202
Bairro: Vila Mathias **CEP:** 11.015-002
UF: SP **Município:** SANTOS
Telefone: (13)3205-1254 **Fax:** (13)3205-5555 **E-mail:** comet@unisantos.br



UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE SANTOS

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SANTOS - UNISANTOS



Continuação do Parecer: 6.778.348

SANTOS, 22 de Abril de 2024

Assinado por:
Cezar Henrique de Azevedo
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Conselheiro Nébias, nº 300 Campus Dom Idílio José prédio administrativo, 2º andar, sala202
Bairro: Vila Mathias **CEP:** 11.015-002
UF: SP **Município:** SANTOS
Telefone: (13)3205-1254 **Fax:** (13)3205-5555 **E-mail:** comet@unisantos.br

ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: Efeito da poluição do ar na qualidade do sono e no desempenho cognitivo de jovens e adultos.

Pesquisador Responsável: Victor de Araujo Luz Galetto

Pesquisador Executante: Victor de Araujo Luz Galetto

Instituição/Departamento: UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS - UNISANTOS

Telefone para contato: (13) 99718-1001

Local da coleta de dados: UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS - UNISANTOS

Prezado(a) Senhor(a),

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa. Este documento é referente à pesquisa “Efeito da poluição do ar na qualidade do sono e no desempenho cognitivo de jovens e adultos”, a qual contará com a colaboração do participante em questão na qualidade de **voluntário**. Antes de concordar em participar desta pesquisa, é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. As informações contidas neste termo, fornecidas pelo pesquisador Victor de Araujo Luz Galetto, têm por objetivo esclarecê-lo sobre a sua participação, proporcionando o pleno conhecimento dos procedimentos aos quais será submetido(a), e solicitar a sua autorização. Em cumprimento à Resolução nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), solicitamos que leia atentamente todos os itens a seguir, referentes às etapas do processo, dos riscos e dos benefícios relacionados à sua participação. Caso **VOCÊ** não entenda algum procedimento, o pesquisador deverá responder a todas as suas dúvidas antes de tomar a decisão de participar do presente estudo. Além disso, **VOCÊ** tem o direito de **desistir** de consentir a participação da pesquisa a qualquer momento, sem penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito. Podendo restringir o uso de informações e de procedimentos. Nestes casos, é necessário apenas avisar o pesquisador para que ele possa encaminhar as orientações finais.

1. Objetivo e justificativa do estudo

Esta pesquisa tem como objetivo identificar a relação entre a variação das performances cognitivas em detrimento da qualidade do sono, na condição de exposição à poluição do ar, entre jovens (de 15 a 24 anos) e adultos (entre 25 e 35 anos). Os motivos que nos levam a estudar esse problema é que tais conhecimentos são de extrema importância para as Ciências da Saúde, pois fornecerá algumas informações que poderá auxiliar na busca de novas estratégias na prevenção do declínio do desempenho cognitivo em voluntários que vivenciam a elevada poluição do ar.



2. Os procedimentos a serem utilizados

Para estudarmos essa questão, precisamos examinar o desempenho do sono por meio de um dispositivo portátil. Além disso, o participante da pesquisa responderá algumas perguntas, bem como, testes destinados a avaliar o estado das suas funções mentais, como sua capacidade de memorizar, planejar, organizar e executar atividades mentais. Será necessária também a realização de questionários, com o objetivo de avaliar aspectos comportamentais - para o rastreio de potenciais efeitos, consonantes à qualidade do sono - e de higiene do sono - para a avaliação dos comportamentos que promovem o momento de descanso.

2.1 Operacionalização da retirada e devolução do dispositivo móvel

O aparelho deverá ser retirado na Universidade Católica de Santos no período da tarde, previamente agendado, com um representante da atual pesquisa, e entregue ao representante da pesquisa no dia seguinte pela manhã. O aparelho deve ser retirado por **VOCÊ**, quem assinará um termo de responsabilidade, referente aos eventuais danos ou à perda que o aparelho possa sofrer, no momento da retirada do dispositivo. O monitoramento do sono em domicílio, por meio do uso do aparelho de polissonografia, ocorrerá em apenas uma noite.

3. Os desconfortos ou riscos esperados

Durante o período de monitoramento por meio do instrumento de polissonografia domiciliar, caso **VOCÊ** não esteja habituado, é possível experienciar um breve estranhamento ou incômodo, devido a leve pressão no dedo indicador - pelo menos, nos primeiros minutos. No entanto, é pouco provável que tal estímulo impacte a qualidade do sono. **VOCÊ** também será orientado(a) a responder perguntas que irão avaliar o estado das suas funções mentais, caso **VOCÊ** não tenha costume neste tipo de avaliação, devido à quantidade de questionários, inventários e testes, **VOCÊ** poderá sentir um leve cansaço mental. Isso raramente ocorre e, caso ocorra, um breve descanso eliminará esta sensação completamente. A exposição à monitorização e aos instrumentos psicológicos oferecem risco mínimo à sua condição de saúde. Caso sinta qualquer tipo de constrangimento ou desconforto, **VOCÊ** deverá informar imediatamente ao pesquisador.

3.1 Despesas de transporte

Sobre as despesas financeiras geradas pelas idas a universidade, **VOCÊ** terá o ressarcimento das despesas relacionadas ao transporte, de acordo com a Resolução CNS 466 de 12/12/2012.

4. Os benefícios que se pode obter

Além da avaliação sobre a qualidade do sono, percepção de estresse e comportamento, e do desempenho



de funções cognitivas diante da exposição prolongada a alta concentração de poluentes do ar, não há benefício direto para **VOCÊ** no presente estudo, mas **VOCÊ** estará nos ajudando a entender melhor sobre os efeitos vivenciados pelo ser humano, diante das condições adversas do ambiente - mais especificamente, da poluição atmosférica. Estes dados permitirão a identificação da relação entre a exposição a alta concentração de poluentes do ar, baixa qualidade de sono e diferentes desempenhos cognitivos, motivando a discussão e a orientação dos profissionais envolvidos neste assunto. Além disso, esperamos que este estudo contribua com informações significativas para a literatura científica, uma vez que os pesquisadores se comprometem a divulgar os resultados obtidos. Você não receberá qualquer tipo de remuneração e tão pouco terá qualquer tipo de despesa ao autorizar sua participação nesta pesquisa. Caso venha a sofrer algum tipo de dano decorrente diretamente desta pesquisa, **VOCÊ** será encaminhado(a) para avaliação clínica e receberá o suporte necessário na Clínica Psicológica da Universidade Católica de Santos. Além disso, caso seja comprovado um dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos efetivamente realizados no referido estudo, **VOCÊ** tem direito de solicitar indenizações legalmente estabelecidas, que se restringem ao dano causado pelo presente estudo.

5. Garantia de privacidade

Todas as informações coletadas são estritamente confidenciais e os dados dos(as) voluntários(as) serão identificados com um código, e não com o nome, apenas os membros da pesquisa terão acesso a eles, assegurando o sigilo e a proteção do participante contra qualquer tipo de discriminação envolvendo dados coletados. Só serão usados dados relevantes ao tema, de forma anônima, que serão liberados apenas mediante sua autorização. Desta forma, os dados pessoais dos voluntários serão preservados, e apresentados na forma de dados numéricos estatísticos. A concordância em participar deste estudo não implica em qualquer modificação de sua rotina de trabalho e nenhum material novo está sendo testado. Portanto, a não concordância em participar deste estudo não irá alterar de nenhuma maneira sua rotina profissional e não acarretará em nenhum prejuízo para o voluntário.

6. Compromisso com informação atualizada do estudo

Em qualquer etapa do estudo, **VOCÊ** terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador deste estudo é Víctor de Araujo Luz Galetto que pode ser encontrado no endereço Avenida Conselheiro Nébias, 300, Santos, SP; Telefone: (13) 99718-1001. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UNISANTOS) – Avenida Conselheiro Nébias, 300, Santos, SP, sala 202 - Telefone: (13) 3205-5555 – ramal 1254 – E-mail: comet@unisantos.br



7. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Católica de Santos, identificado pela sigla CEP, é um órgão colegiado, multidisciplinar, de caráter público e autônomo, vinculado ao Gabinete do Reitor, constituído nos termos das resoluções nº. 466/12 e 510/16, do Conselho Nacional de Saúde. Ele tem por finalidade avaliar e acompanhar os aspectos éticos de pesquisas envolvendo seres humanos e, dessa forma, proteger a integridade e a dignidade dos sujeitos/participantes.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Acredito ter sido suficientemente esclarecido a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Efeito da poluição do ar na qualidade do sono e no desempenho cognitivo de jovens e adultos”. **EU ME INFORMEI** com o pesquisador Victor de Araujo Luz Galetto sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento clínico quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no atendimento que recebo nesta instituição.

a) Você autoriza que os dados coletados nesta pesquisa possam ser utilizados em pesquisas futuras?

Sim Não

b) No caso de autorizar deseja ser informado da utilização de seus dados?

Sim Não



RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR

Asseguro ter cumprido as exigências da Resolução CNS 466 de 12/12/2012 e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Asseguo também ter explicado e fornecido uma via deste documento ao(à) participante da pesquisa. Infomo que o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), perante o qual, o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo(a) participante da pesquisa.

Assinatura do pesquisador

Data ___/___/___

Se ainda houver qualquer dúvida a ser esclarecida, não assine este Termo.

Assinatura do voluntário/paciente

Data ___/___/___

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ___/___/___



UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE SANTOS

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO(A) VOLUNTÁRIO(A) DA PESQUISA

NOME:.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº

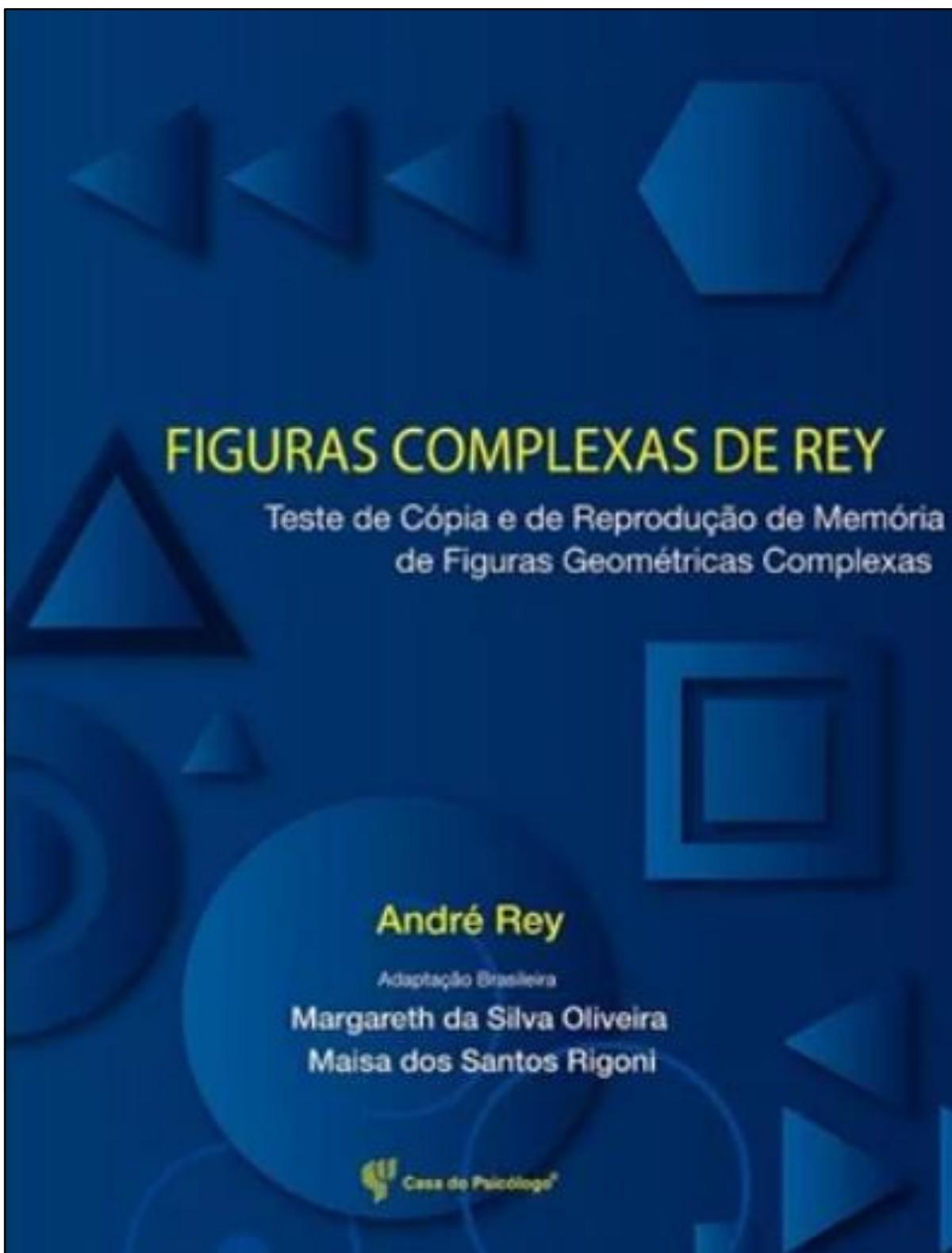
COMPLEMENTO:.....BAIRRO:.....CIDADE:.....

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

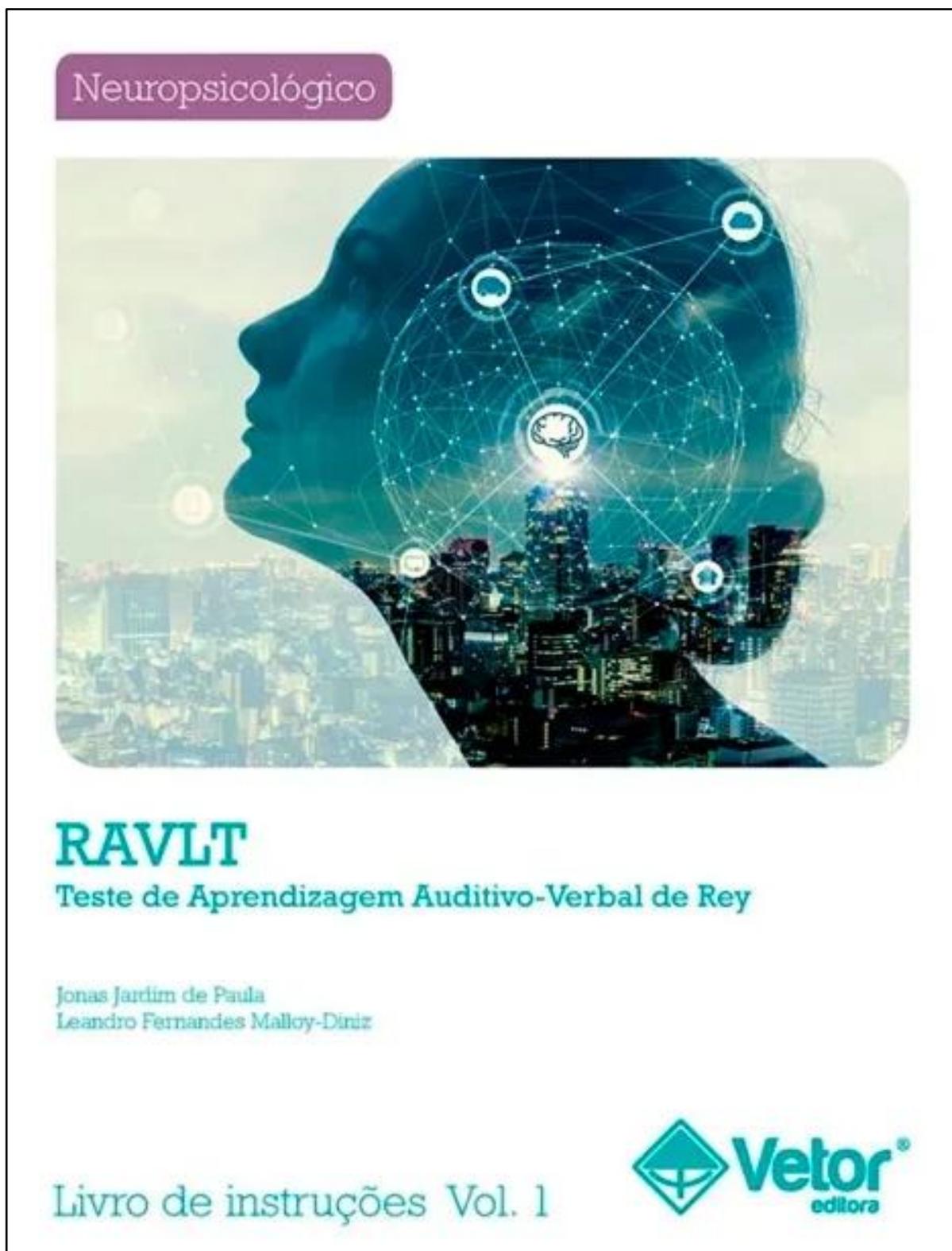
**ANEXO D - Imagem representativa da Escala Wechsler Abreviada de Inteligência
(instrumento restritivo)**



ANEXO E - Imagem representativa de Figuras Complexas de Rey (instrumento restritivo)



**ANEXO F - Imagem representativa do Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey
(instrumento restritivo)**



**ANEXO G - Imagem representativa do Teste Wisconsin de Classificação de Cartas
(instrumento restritivo)**



ANEXO H - Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (fragmento)

Nome: _____ Data: _____

ÍNDICE DE QUALIDADE DO SONO DE PITTSBURGH

Instruções:

- 1) As questões a seguir são referentes aos hábitos de sono apenas durante o mês passado.
- 2) Suas respostas devem indicar o mais corretamente possível o que aconteceu na maioria dos dias e noites do mês passado.
- 3) Por favor, responda a todas as questões.

1) Durante o mês passado, à que horas você foi deitar à noite na maioria das vezes?

HORÁRIO DE DEITAR: _____:_____

2) Durante o mês passado, quanto tempo (minutos) você demorou para pegar no sono, na maioria das vezes?

QUANTOS MINUTOS DEMOROU PARA PEGAR NO SONO: _____

3) Durante o mês passado, a que horas você acordou de manhã, na maioria das vezes?

HORÁRIO DE ACORDAR: _____:_____

4) Durante o mês passado, quantas horas de sono por noite você dormiu? (pode ser diferente do número de horas que você ficou na cama)

HORAS DE SONO POR NOITE: _____

Para cada uma das questões seguinte escolha uma única resposta, que você ache mais correta. Por favor, responda a todas as questões.

5) Durante o mês passado, quantas vezes você teve problemas para dormir por causa de:

a) Demorar mais de 30 minutos para pegar no sono

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> nenhuma vez | <input type="checkbox"/> menos de uma vez por semana |
| <input type="checkbox"/> uma ou duas vezes por semana | <input type="checkbox"/> três vezes por semana ou mais |

b) Acordar no meio da noite ou de manhã muito cedo

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> nenhuma vez | <input type="checkbox"/> menos de uma vez por semana |
| <input type="checkbox"/> uma ou duas vezes por semana | <input type="checkbox"/> três vezes por semana ou mais |

c) Levantar-se para ir ao banheiro

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> nenhuma vez | <input type="checkbox"/> menos de uma vez por semana |
| <input type="checkbox"/> uma ou duas vezes por semana | <input type="checkbox"/> três vezes por semana ou mais |

d) Ter dificuldade para respirar

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> nenhuma vez | <input type="checkbox"/> menos de uma vez por semana |
| <input type="checkbox"/> uma ou duas vezes por semana | <input type="checkbox"/> três vezes por semana ou mais |

e) Tossir ou roncar muito alto

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> nenhuma vez | <input type="checkbox"/> menos de uma vez por semana |
| <input type="checkbox"/> uma ou duas vezes por semana | <input type="checkbox"/> três vezes por semana ou mais |

f) Sentir muito frio

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> nenhuma vez | <input type="checkbox"/> menos de uma vez por semana |
| <input type="checkbox"/> uma ou duas vezes por semana | <input type="checkbox"/> três vezes por semana ou mais |

ANEXO I - Escala de Sonolência Epworth

ESCALA DE SONOLÊNCIA DE EPWORTH

Utilize a escala apresentada a seguir, para escolher um número mais apropriado a cada situação. Marque com um X ao lado do valor correspondente a sua escolha, na tabela abaixo.

0 = nenhuma chance de cochilar
 1 = pequena chance de cochilar
 2 = moderada chance de cochilar
 3 = alta chance de cochilar

SITUAÇÃO	CHANCE DE COCHILAR			
Sentado e lendo	0 []	1 []	2 []	3 []
Assistindo TV	0 []	1 []	2 []	3 []
Sentado em um lugar público (Ex: sala de espera, cinema, igreja, etc).	0 []	1 []	2 []	3 []
Como passageiro de trem, carro ou ônibus	0 []	1 []	2 []	3 []
Andando uma hora sem parar	0 []	1 []	2 []	3 []
Deitando-se para descansar à tarde, quando as circunstâncias permitem	0 []	1 []	2 []	3 []
Sentado e conversando com alguém	0 []	1 []	2 []	3 []
Sentado calmamente após o almoço (sem álcool)	0 []	1 []	2 []	3 []
Imagine-se dirigindo um carro, enquanto para por alguns minutos ao pegar trânsito intenso.	0 []	1 []	2 []	3 []
TOTAL				

Figura 6. Reprodução da escala de sonolência de Epworth, utilizada para avaliar a sonolência dos pacientes incluídos no estudo. Caracteriza-se sonolência excessiva diurna a pontuação maior ou igual a 10.

ANEXO J - Escala de Impulsividade de Barratt

Escala de Impulsividade de Barratt - BIS 11

Instruções: As pessoas divergem nas formas em que agem e pensam em diferentes situações. Esta é uma escala para avaliar algumas das maneiras que você age ou pensa. Leia cada afirmação e preencha o círculo apropriado no lado direito da página. Não gaste muito tempo em cada afirmação. Responda de forma rápida e honestamente.

Afirmações	Raramente ou nunca	De vez em quando	Com frequência	Quase sempre / Sempre
1. Eu planejo tarefas cuidadosamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Eu faço coisas sem pensar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Eu tomo decisões rapidamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Eu sou despreocupado (confio na sorte, "desencanado").	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Eu não presto atenção.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Eu tenho pensamentos que se atropelam.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Eu planejo viagens com bastante antecedência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Eu tenho autocontrole.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Eu me concentro facilmente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Eu economizo (poupo) regularmente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Eu fico me contorcendo na cadeira em peças de teatro ou palestras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Eu penso nas coisas com cuidado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Eu faço planos para me manter no emprego (eu cuido para não perder meu emprego).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Eu falo coisas sem pensar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Eu gosto de pensar em problemas complexos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Eu troco de emprego.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17. Eu ajo por impulso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. Eu fico entediado com facilidade quando estou resolvendo problemas mentalmente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Eu ajo no "calor" do momento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20. Eu mantenho a linha de raciocínio ("não perco o fio da meada").	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21. Eu troco de casa (residência).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Eu compro coisas por impulso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23. Eu só consigo pensar em uma coisa de cada vez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24. Eu troco de interesses e passatempos ("hobby").	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25. Eu gasto ou compro a prestação mais do que ganho.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26. Enquanto estou pensando em uma coisa, é comum que outras idéias me venham à cabeça ou ao mesmo tempo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27. Eu tenho mais interesse no presente do que no futuro.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28. Eu me sinto inquieto em palestras ou aulas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29. Eu gosto de jogos e desafios mentais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30. Eu me preparo para o futuro.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANEXO K - Índice de Gravidade de Insônia

ÍNDICE DE GRAVIDADE DE INSÔNIA

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____ / ____ / ____

1. Por favor, avalie a gravidade atual da sua insônia (por exemplo, nas duas últimas semanas) em relação a:

a) Dificuldade em pegar no sono

Nenhuma	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
0	1	2	3	4

b) Dificuldade em manter o sono

Nenhuma	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
0	1	2	3	4

c) Problema de despertar muito cedo

Nenhum	Leve	Moderado	Grave	Muito grave
0	1	2	3	4

2. Quanto você está satisfeito ou insatisfeito com o padrão atual de seu sono?

Muito satisfeito	Satisfeito	Indiferente	Insatisfeito	Muito insatisfeito
0	1	2	3	4

3. Em que medida você considera que seu problema de sono interfere nas suas atividades diurnas (por exemplo: fadiga diária, habilidade para trabalhar/ executar atividades diárias, concentração, memória, humor, etc.)

Não interfere	Interfere um pouco	Interfere de algum modo	Interfere muito	Interfere extremamente
0	1	2	3	4

4. Quanto você acha que os outros percebem que o seu problema de sono atrapalha sua qualidade de vida?

Não percebem	Percebem um pouco	Percebem de algum modo	Percebem muito	Percebem extremamente
0	1	2	3	4

5. O quanto você está preocupado / estressado com o seu problema de sono?

Não estou preocupado	Um pouco preocupado	De algum modo preocupado	Muito preocupado	Extremamente preocupado
0	1	2	3	4

ANEXO L - Escala de Estresse Percebido

VERSÃO BRASILEIRA DA ESCALA DE ESTRESSE PERCEBIDO

(Luft et al., Rev. Saúde Pública 2007;41(4):606-15)

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Data: ____ / ____ / ____ Sexo: _____ Nascimento ____ / ____ / ____

Hospital: _____ Setor: _____ Matrícula: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ E-mail: _____

Itens e instruções para aplicação

As questões nesta escala perguntam sobre seus sentimentos e pensamentos durante o último mês. Em cada caso, será pedido para você indicar o quão frequentemente você tem se sentido de uma determinada maneira. Embora algumas das perguntas sejam similares, há diferenças entre elas e você deve analisar cada uma como uma pergunta separada. A melhor abordagem é responder a cada pergunta razoavelmente rápido. Isto é, não tente contar o número de vezes que você se sentiu

de uma maneira particular, mas indique a alternativa que lhe pareça como uma estimativa razoável. Para cada pergunta, escolha as seguintes alternativas:

- 0= nunca
1= quase nunca
2= às vezes
3= quase sempre
4= sempre

Neste último mês, com que frequência...						
1	Você tem ficado triste por causa de algo que aconteceu inesperadamente?	0	1	2	3	4
2	Você tem se sentido incapaz de controlar as coisas importantes em sua vida?	0	1	2	3	4
3	Você tem se sentido nervoso e "estressado"?	0	1	2	3	4
4	Você tem tratado com sucesso dos problemas difíceis da vida?	0	1	2	3	4
5	Você tem sentido que está lidando bem as mudanças importantes que estão ocorrendo em sua vida?	0	1	2	3	4
6	Você tem se sentido confiante na sua habilidade de resolver problemas pessoais?	0	1	2	3	4
7	Você tem sentido que as coisas estão acontecendo de acordo com a sua vontade?	0	1	2	3	4
8	Você tem achado que não conseguiria lidar com todas as coisas que você tem que fazer?	0	1	2	3	4
9	Você tem conseguido controlar as irritações em sua vida?	0	1	2	3	4
10	Você tem sentido que as coisas estão sob o seu controle?	0	1	2	3	4
11	Você tem ficado irritado porque as coisas que acontecem estão fora do seu controle?	0	1	2	3	4
12	Você tem se encontrado pensando sobre as coisas que deve fazer?	0	1	2	3	4
13	Você tem conseguido controlar a maneira como gasta seu tempo?	0	1	2	3	4
14	Você tem sentido que as dificuldades se acumulam a ponto de você acreditar que não pode superá-las?	0	1	2	3	4

ANEXO M - Índice de Higiene do Sono

ÍNDICE DE HIGIENE DO SONO – IHS

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____ / ____ / ____

Depois de ler cuidadosamente cada frase, faça um círculo em torno do número (0, 1, 2, 3 ou 4) próximo à afirmação que descreve **melhor** a maneira dos seus hábitos do sono. **Tome cuidado de ler todas as afirmações, em cada grupo, antes de fazer sua escolha.**

	Nunca	Rara-mente	Às vezes	Frequen-temente	Sempre
1. Eu tiro cochilos diurnos que duram duas ou mais horas.	0	1	2	3	4
2. Vou para a cama em horários diferentes do dia a dia.	0	1	2	3	4
3. Eu saio da cama em horários diferentes do dia a dia.	0	1	2	3	4
4. Eu me exercito a ponto de suar uma hora antes de ir para a cama.	0	1	2	3	4
5. Fico na cama mais tempo do que deveria duas ou três vezes por semana.	0	1	2	3	4
6. Eu uso álcool, tabaco ou cafeína 4 horas antes de ir para a cama ou depois de ir para a cama.	0	1	2	3	4
7. Eu faço algo que pode me acordar antes de dormir (por exemplo: jogar videogame, usar a Internet ou limpar).	0	1	2	3	4
8. Vou para a cama estressada, zangada, chateada ou nervosa.	0	1	2	3	4
9. Eu uso minha cama para outras coisas além de dormir ou sexo (por exemplo: assistir televisão, ler, comer ou estudar).	0	1	2	3	4
10. Eu durmo em uma cama desconfortável (por exemplo: colchão ou travesseiro ruim, cobertores demais ou insuficientes).	0	1	2	3	4
11. Eu durmo em um quarto desconfortável (por exemplo: muito claro, muito abafado, muito quente, muito frio ou muito barulhento).	0	1	2	3	4
12. Eu faço trabalhos importantes antes de dormir (por exemplo: pagar contas, agendar ou estudar).	0	1	2	3	4
13. Eu penso, planejo ou me preocupo quando estou na cama.	0	1	2	3	4

ANEXO N - Questionário de Berlim

Nome _____

Cidade, Estado e CEP _____

1. Complete o seguinte:

Altura _____ Idade _____

Peso _____ Masculino/Feminino _____

O seu peso mudou?

- Aumentou
 Diminui
 Permaneceu inalterado

2. Você ronca?

- Sim Não Não sei

Se roncar:

3. Seu ronco é . . .

- Ligeiramente mais alto que a respiração
 Tão alto quanto a fala
 Mais alto que a fala
 Muito alto

4. Com que frequência você ronca?

- Quase todos os dias
 3-4 vezes por semana
 1-2 vezes por semana
 1-2 vezes por mês
 Nunca ou quase nunca

5. Seu ronco incomoda outras pessoas?

- Sim Não

6. Alguém já notou que você pára de respirar durante o sono?

- Quase todos os dias
 3-4 vezes por semana
 1-2 vezes por semana
 1-2 vezes por mês
 Nunca ou quase nunca

7. Você acorda cansado?

- Quase todos os dias
 3-4 vezes por semana
 1-2 vezes por semana
 1-2 vezes por mês
 Nunca ou quase nunca

8. Você fica cansado no seu tempo desperto?

- Quase todos os dias
 3-4 vezes por semana
 1-2 vezes por semana
 1-2 vezes por mês
 Nunca ou quase nunca

9. Você já cochilou ou dormiu enquanto dirigia?

- Sim Não Não sei

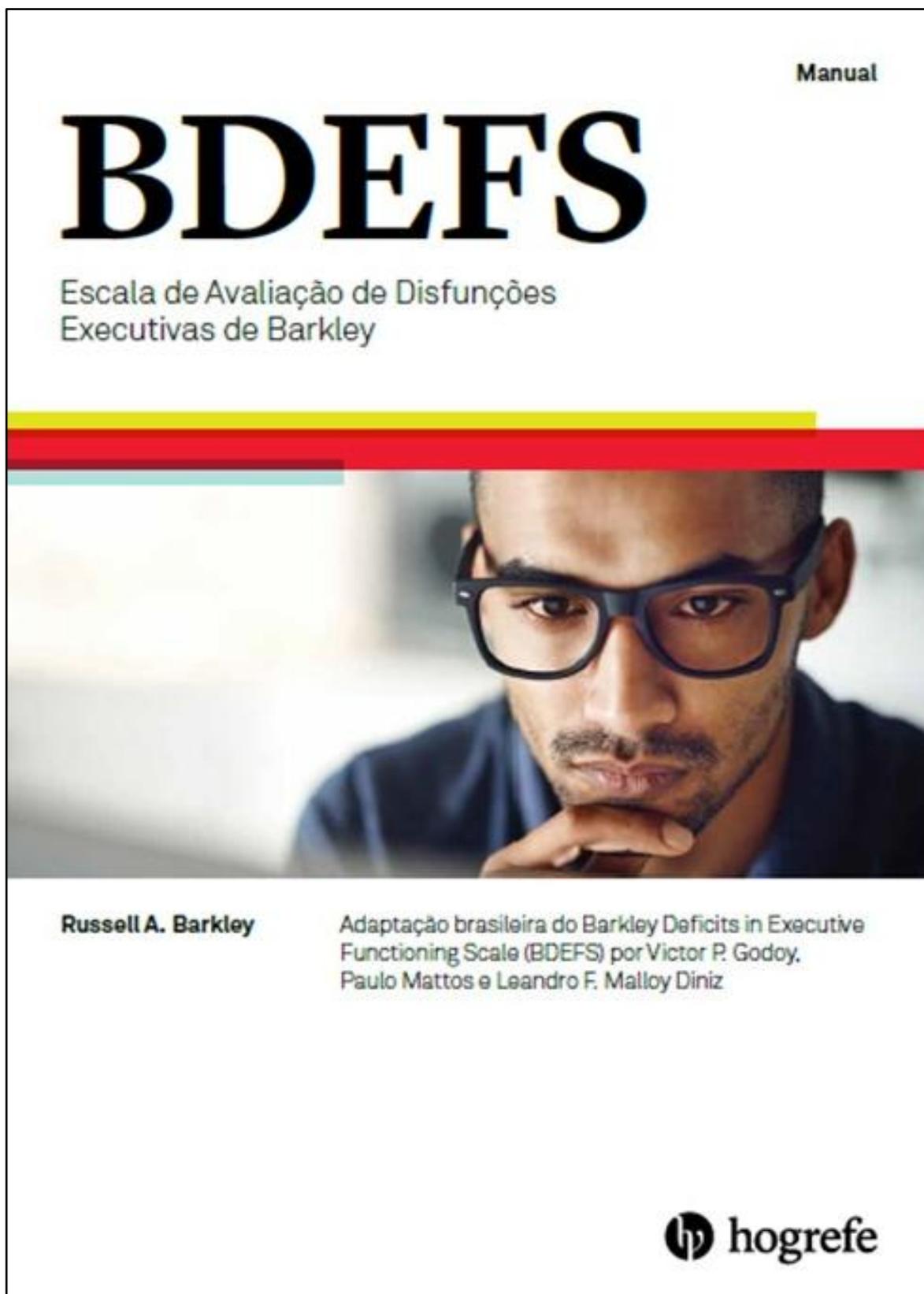
Se sim, com que frequência isso ocorre?

- Todos os dias
 3-4 vezes por semana
 1-2 vezes por semana
 1-2 vezes por mês
 Nunca ou quase nunca

10. Você tem a pressão sanguínea alta?

- Sim Não Não sei

ANEXO O - Imagem representativa da Escala de Avaliação de Disfunções Executivas de Barkley (instrumento restritivo)



**ANEXO P - Imagem representativa do Inventário de Depressão de Beck, 2a edição
(instrumento restritivo)**

