



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB**  
**CAMPUS DE CAMPINA GRANDE - CG/PB**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**JOÃO PAULO DA SILVA BRITO**

**ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS DO ENVELHECIMENTO ENCEFÁLICO NA**  
**MEMÓRIA: UM ESTUDO DE REVISÃO INTEGRATIVA**

**CAMPINA GRANDE**

**2023**

JOÃO PAULO DA SILVA BRITO

**ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS DO ENVELHECIMENTO ENCEFÁLICO NA  
MEMÓRIA: UM ESTUDO DE REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de graduação Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

**Área de concentração:** Anatomia Humana no Envelhecimento.

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Thiago de Oliveira Assis.

**CAMPINA GRANDE**

**2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

B862a Brito, João Paulo da Silva.  
Aspectos neurofisiológicos do envelhecimento encefálico na memória [manuscrito] : um estudo de revisão integrativa / João Paulo da Silva Brito. - 2023.  
50 p.  
  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2023.  
"Orientação : Prof. Dr. Thiago de Oliveira Assis, Departamento de Biologia - CCBS. "  
1. Envelhecimento humano. 2. Memória. 3. Neurofisiologia.  
4. Morfologia. I. Título  
  
21. ed. CDD 612.8

JOÃO PAULO DA SILVA BRITO

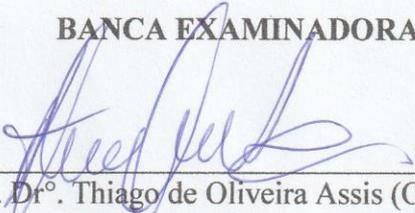
**ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS DO ENVELHECIMENTO ENCEFÁLICO NA  
MEMÓRIA: UM ESTUDO DE REVISÃO INTEGRATIVA**

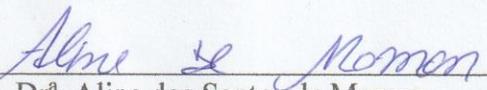
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

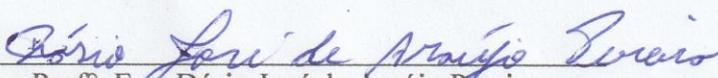
Área de concentração: Anatomia Humana no Envelhecimento.

Aprovado em: 21/03/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>o</sup>. Dr.<sup>o</sup>. Thiago de Oliveira Assis (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Aline dos Santos de Maman  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>o</sup>. Esp. Dásio José de Araújo Pereira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico aos meus pais, Hilda Silva e José Feliciano de Brito, por terem me apoiado em todos os momentos. Aos meus irmãos: Maria Vanuza da Silva Brito, Antônio Carlos de Brito, Verônica de Brito Silva, Valéria da Silva Brito, Juarez da Silva Brito e Jordão da Silva Brito.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo amor incondicional, por nunca desistir de mim e por sempre me oferecer muito mais do que eu preciso, me abençoando muito mais do que eu mereço.

Aos meus pais, Hilda Silva e José Feliciano de Brito, pelo amor, força e cuidado que sempre me dedicaram, sou grato por me ensinarem a caminhar e assim poder seguir meus próprios passos.

Aos meus irmãos, Maria Vanuza da Silva Brito, Antônio Carlos de Brito, Verônica de Brito Silva, Juarez da Silva Brito, Valéria da Silva Brito e Jordão da Silva Brito, que estiveram sempre dando apoio nas horas mais difíceis de desânimo e cansaço.

Aos meus sobrinhos Carlos Daniel Medeiros Silva, Israella Alice, Carlos José, Maria Jade, Otávio e Mellyna, bem como a todos os meus amigos e demais familiares que fazem parte da minha vida pessoal.

Por fim, ao meu orientador, o Prof.º Drº Tiago de Oliveira Assis, pela orientação, suporte e empenho dedicado até os últimos segundos desse trabalho.

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, com que se sintam humildes.”

*Leonardo da Vinci*

## RESUMO

O envelhecimento configura-se como um fenômeno da vida social, dinâmico, multidirecional, multidimensional, heterogêneo, complexo e intersubjetivo, com diversas alterações individuais, penetrando no mundo psicológico e biológico, seja o envelhecimento natural (senescente) ou patológico (senil), e, também inclui o potencial pessoal, assim como o impacto dos antecedentes culturais, ambientais e sociais. A queixa mais comum entre os idosos é a diminuição da memória, nesse sentido, algumas pesquisas tentam focar na estrutura relacionada à memória e as mudanças nas quais a idade desempenha papel, no entanto, o contexto do envelhecimento ainda é uma área que necessita de mais investigações e de maior compromisso social, o que envolve o desenvolvimento de pesquisas. Entender o envelhecimento associado as mudanças cognitivas específicas possibilitam promoção de mais atenção e cuidado quanto ao processamento cognitivo. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi o de analisar os aspectos neurofisiológicos do envelhecimento encefálico associado a alterações relacionadas à memória. Quanto aos aspectos metodológico, trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura, no qual foi efetuado o levantamento dos dados da pesquisa a partir de estudos listados na Biblioteca Virtual em Saúde, sendo selecionado para compor a amostra àqueles que relacionam a memória ao envelhecimento cerebral, sendo excluídos os estudos indisponíveis na íntegra e estudos de revisão, sendo a amostra composta por 24 artigos científicos. As alterações estruturais e funcionais cerebrais associadas ao envelhecimento desempenham um papel significativamente danoso na memória de indivíduos idosos. No entanto, ainda não está claro o suficiente o mecanismo exato do sistema neurológico o poder do envelhecimento sobre as estruturas encefálicas, e nesse sentido, os estudos selecionados foram utilizados para responder o problema de pesquisa, a fim de atingir os objetivos proposto. Com o estudo foi possível evidenciar que as alterações estruturais e funcionais cerebrais associadas ao envelhecimento desempenham um papel importante nos prejuízos da memória em pessoas idosas. Os achados sugeriram que as diferenças individuais no volume das estruturas dos estão criticamente relacionadas às redes específicas que estão envolvidas durante a codificação e recuperação corretas. As relações que foram observadas sublinham a importância dessas estruturas para a memória no envelhecimento e fornecem informações sobre como o cérebro pode compensar funcionalmente os declínios estruturais ao longo da vida.

**Palavras-Chave:** Envelhecimento Humano; Memória. Neurofisiologia; Morfologia.

## ABSTRACT

The aging is configured as a phenomenon of social life, dynamic, multidirectional, multidimensional, heterogeneous, complex and intersubjective, with several individual alterations, penetrating the psychological and biological world, be it natural (senescent) or pathological (senile) aging and also includes personal potential, as well as the impact of cultural, environmental and social backgrounds. The most common complaint among the elderly is the decrease in memory, in this sense, some research try to focus on the structure related to memory and the changes in which age plays a role, however, the context of aging is still an area that needs more investigations and greater social commitment, which involves the development of research. Understanding aging associated with specific cognitive changes makes it possible to promote more attention and care regarding cognitive processing. Therefore, the aim of this study was to analyze the neurophysiological aspects of brain aging associated with changes related to memory. As for the methodological aspects, it is an Integrative Literature Review, in which the research data was collected from studies listed in the Virtual Health Library, being selected to compose the sample those that relate memory to brain aging, excluding studies unavailable in full and review studies, with a sample of 24 scientific articles. Structural and functional brain changes associated with aging play a significantly harmful role in the memory of elderly individuals. However, the exact mechanism of the neurological system, the power of aging on brain structures, is still not clear enough, and in this sense, the selected studies were used to answer the research problem, in order to achieve the proposed objectives. With the study it was possible to show that structural and functional brain changes associated with aging play an important role in memory impairment in elderly people. Findings suggested that individual differences in the volume of data structures are critically related to the specific networks that are involved during correct encoding and retrieval. The relationships that were observed underscore the importance of these structures for memory in aging and provide insight into how the brain can functionally compensate for structural declines throughout life.

**Keywords:** Human Aging; Memory; Neurophysiology; Morphology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Comparação entre o encéfalo de um adulto-jovem e idoso.....	26
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Dados dos estudos selecionados.....	32
------------	-------------------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Área Cortical
AMV	Adultos Mais Velhos
CC	Córtex Cerebral
COM	Catecol-O-Metiltransferase
DC	Declínio Cognitivo
EC	Envelhecimento Cerebral
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pressão Arterial
PC	Pré-central
PE	Processo de Envelhecimento
QV	Qualidade de Vida
SB	Substância Branca
SC	Substância Cinzenta
SL	Sistema Límbico
SN	Sistema Nervoso
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
TV	Terceiro Ventrículo

## LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1 ASPECTOS NEUROFISIOLOGICOS .....	16
2.2 O ENVELHECIMENTO POPULACIONAL.....	23
2.3 ENVELHECIMENTO ENCEFÁLICO .....	25
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	31
<b>4 RESULTADOS</b> .....	32
<b>5 DISCUSSÕES</b> .....	37
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44
<b>APÊNDICES</b> .....	49
APÊNDICE A – Termo de Compromisso dos Pesquisadores.....	50

## 1 INTRODUÇÃO

A população brasileira tem se tornado uma população de idosos, e esses dados são relevantes, pois têm impacto direto na saúde pública, uma vez que o envelhecimento está relacionado ao Declínio Cognitivo (DC), em especial de memória e aprendizagem, levando a limitações na capacidade funcional e de realização pessoal, social e econômica (MEIRELES; SIQUEIRA, 2018). Conforme destacam Schultheisz e Serafim (2019), o envelhecimento configura-se como um fenômeno da vida social, dinâmico, multidirecional, multidimensional, heterogêneo, complexo e intersubjetivo, com diversas alterações individuais, ocorrendo no contexto do psicossocial, biológico e restrito pela sequência temporal.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017), idoso é o ser humano com 60 anos de idade ou mais. Este limite é válido apenas para os países em desenvolvimento, visto que nos países desenvolvidos admite-se um nível de corte de 65 anos de idade. O Brasil por ser considerado um país em desenvolvimento está enquadrado no conceito de idoso acima dos 60 anos. A Política Nacional do Idoso, lei nº8. 842, de 4 de janeiro de 1994, e o Estatuto do Idoso, Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003, regulamenta legalmente a condição de idoso para toda pessoa com mais de 60 anos (BRASIL, 2003).

O contexto do envelhecimento penetra no mundo psicológico e biológico, seja o envelhecimento natural (senescente) ou patológico (senil), e, também inclui o potencial pessoal (como processamento de informações, memória, capacidade cognitiva etc.), assim como o impacto dos antecedentes culturais, ambientais e sociais (SCHULTHEISZ; SERAFIM, 2019), sendo caracterizado por um declínio fisiológico associado a alterações morfológicas, moleculares e comportamentais (MEIRELES; SIQUEIRA, 2018).

De modo geral, o envelhecimento se manifesta por meio de processos de degradação biológica previstos geneticamente, que podem interferir em diversos sistemas biológicos, podendo ocorrer até mesmo em pessoas ditas saudáveis que não sofreram doenças graves na vida (SCHULTHEISZ; SERAFIM, 2019).

Morando, Schmitt e Ferreira (2018) destacam que a ciência tenta entender como ocorre o envelhecimento biológico e propõe sugestões que podem reduzir ou retardar as alterações fisiológicas causadas por esse processo natural. A função cognitiva do idoso tem importante relação com a saúde e sua Qualidade de Vida (QV), sendo um indicador de envelhecimento ativo e longevidade. Para Lima e Cavallet (2018), o envelhecimento normal pode levar ao DC, que afeta principalmente as funções executivas. Os aspectos do DC começaram a aparecer em adultos saudáveis na faixa dos 20 a 30 anos, sendo caracterizado

por funções prejudicadas, como a velocidade de PI, a memória episódica e memória de trabalho.

Várias regiões encefálicas estão associadas a esse déficit, principalmente o lobo pré-frontal, frontal e hipotálamo, que são afetados por atrofia, perda de plasticidade e processamento sináptico lento. A queixa mais comum entre os idosos é a diminuição da memória, nesse sentido, algumas pesquisas tentam focar na estrutura relacionada à memória e as mudanças nas quais a idade desempenha papel, como as mudanças no córtex pré-frontal, uma vez que, no que diz respeito ao Processo de Envelhecimento (PE), este tem forte impacto na memória episódica (SCHULTHEISZ; SERAFIM, 2019).

A memória é o processo de aquisição, armazenamento e recuperação de informações. É um dos processos psicológicos mais importantes, intimamente relacionados à identidade pessoal e ao aprendizado. A memória de trabalho é responsável por informações e serviços temporários para outras operações a serem realizadas durante o processamento. Já a MLP é a capacidade de reter informações por meses, anos ou décadas, sendo dividida em duas importantes categorias, a saber: explícita/declarativa e implícita/não-declarativa (MAGALHÃES, 2019).

A Memória Explícita (MEx) pode ser episódica, que está relacionada à capacidade do indivíduo de extrair informações de eventos passados (aniversários, viagens, etc.) ou MEx semântica, que é caracterizada por símbolos de identificação pessoal, palavras e significados (MAPURUNGA; CARVALHO, 2018). Já a memória implícita, conforme destacado por Magalhães (2019) é caracterizada pelos movimentos, reações e respostas motoras, sensoriais e/ou emocionais automáticas que são aprendidas na história de vida de cada pessoa. Nesse tipo de memória não declarativa, existem: 1) memória priming, que é causada por estímulos sensoriais como cheiro, som e imagem, 2) memória de procedimento envolvendo habilidades e hábitos, 3) memória emocional retida e evocado pelo cérebro após eventos emocionais; e 4) memória de aprendizado motor, que se refere a procedimentos repetitivos e habilidades motoras.

Estudos clínicos demonstraram que o envelhecimento fisiológico sem doenças neurodegenerativas pode afetar as habilidades cognitivas, como memória espacial, memória de trabalho, tempo de reação e formação de MLP. Esses efeitos também foram observados em estudos pré-clínicos em roedores e primatas, que apresentam pior desempenho no paradigma da memória.

Percebe-se claramente que, para compreender o processo de mudança individual, o assunto deve ser abordado em termos dos fenômenos biológicos e psicológicos e sua interface

com o meio social. O envelhecimento é um processo inerente a todos os indivíduos e não ocorre necessariamente com a idade cronológica. Nesse sentido, o presente estudo surgiu com a seguinte questão-norteadora: Qual a interrelação entre o PE e o processo cognitivo da memória? Levando em consideração a função do sistema límbico no processo de memória, pressupõe-se a observação do declínio morfofuncional correspondes ao sistema, com ênfase no hipocampo.

Estudos epidemiológicos mostraram que a prevalência de demência dobra a cada cinco anos após os 65 anos de idade, indo de 3% aos 70 anos para 20-30% aos 85 anos (CHARCHAT; MOREIRA, 2008). Com o aumento da expectativa de vida no Brasil e o aumento do número de idosos, pesquisas sobre os déficits cognitivos associados ao envelhecimento tornam-se urgentes. O PE da população mundial e o aumento do número de idosos em países emergentes têm promovido incondicionalmente o desenvolvimento de estratégia resolutivas, e, nesse caso, a pesquisa acerca da memória desempenha um papel relevante.

O contexto do envelhecimento ainda é uma área que necessita de mais investigações e de maior compromisso social, o que envolve o desenvolvimento de pesquisas. A busca por esse tipo de informação permite que mais estudantes, profissionais e a população em geral tenham acesso à informação. À necessidade de compreender e descrever os efeitos do envelhecimento, quer normal, quer patológico, associa-se a necessidade de perceber quais os principais determinantes para um envelhecimento saudável bem como os mecanismos de prevenção e de intervenção mais eficazes.

Esse trabalho justifica-se decorrente da necessidade compreender o envelhecimento encefálico de modo a auxiliar a lidar com o impacto do aumento da esperança de vida, seja ao nível dos sistemas sociais, ao nível dos sistemas de saúde ou mesmo ao nível do próprio indivíduo. Entender o envelhecimento associado as mudanças cognitivas específicas que afetam o desempenho das pessoas em diferentes tarefas diárias possibilitam promoção de mais atenção e cuidado quanto ao processamento cognitivo. Portanto, o objetivo do presente trabalho é analisar os aspectos neurofisiológicos do envelhecimento encefálico associado a alterações relacionadas à memória. A pesquisa se preocupa em caracterizar o PE, associando o envelhecimento no contexto da senescência e senilidade às estruturas encefálicas, bem como as estratégias de preservação e manutenção funcional encefálica em idosos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Estudos na área da neurociência possibilitam uma relação com a aprendizagem nos diferentes períodos da vida. Sendo a aprendizagem construída e adquirida por toda a vida do homem, há necessidade de perceber os períodos em que são mais receptivos e períodos que necessitam mais de experiências. Desta forma é possível refletir como a plasticidade cerebral ocorre nas diferentes fases da vida humana, o que conflui a infância, idade adulta e o envelhecimento, considerando as experiências adquiridas e o meio ambiente envolvido podem “empobrecer” ou “enriquecer” no desenvolvimento cerebral (SIMÕES NETO et al., 2019).

Conforme apontado por Marchiori e Carneiro (2018), a disciplina de Anatomia Humana está presente no projeto pedagógico de todos os cursos da área da saúde, além de estar presente também em outras áreas do conhecimento que se preocupam em estudar a forma, o desenvolvimento e a estrutura macro e microscópica dos seres vivos. As competências adquiridas com essa disciplina incluem essencialmente a identificação de estruturas anatômicas de segmentos corporais e associação com suas respectivas funções.

Assim, designa-se como sendo o ramo da ciência que estuda a morfologia, a estrutura e a arquitetura do corpo humano. Seu estudo, como disciplina obrigatória de base curricular tem na graduação a importância de introduzir o conhecimento essencial para a futura compreensão de disciplinas específicas da área, determinando o desempenho do aluno frente aos conteúdos (MENEZES; SILVA JUNIOR; CERQUEIRA, 2019). Marchiori e Carneiro (2018) destacam ainda acerca da neuroanatomia/neurofisiologia, que é um ramo da Anatomia Humana responsável pelo estudo do Sistema Nervoso (SN), central e periférico.

### 2.1 ASPECTOS NEUROFISIOLOGICOS

O SN é quem detecta estímulos externos e internos, tanto estímulos físicos, quanto químicos, sendo responsável pela ligação do organismo com o meio ambiente e desencadeia em respostas musculares e glandulares. Formado por células nervosas desenvolvendo o circuito neural, o qual o organismo consegue produzir respostas estereotipadas de comportamento fixos e invariantes, como também, podem gerar resposta com maior ou menor grau de complexidade (SIMÕES NETO et al., 2019).

Grassl e Rodrigues (2017) destacam que um dos maiores desafios do século corrente é o mapeamento do cérebro, pois 97% das áreas subcorticais ainda são classificadas como regiões totalmente desconhecidas dos neurocientistas, e decifrar esse emaranhado modo de

ligação poderia revelar muito mais daquilo que torna o ser humano único e o que faz cada pessoa ser diferente de todas as outras.

O Córtex Cerebral (CC) foi diagramado morfofuncionalmente em vários mapas, principalmente o de Brodman. Essas áreas são divididas em áreas projetivas (habilidades e sensibilidades motoras primárias e secundárias) e áreas associativas (terciárias) para funções mentais superiores (como pensamento, linguagem, aprendizado, comportamento emocional, memória e consciência espacial). A terceira Área Cortical (AC) é a região pré-frontal, temporo-parietal e temporal do sistema límbico (cingulo, para-hipocampal e hipocampo, entre outros núcleos cerebrais). A área primária representa aproximadamente 10% de toda a AC e está associada à execução motora ou a sensações gerais (tato e dor) ou específicas (visão, audição, olfato e paladar) (MARTIN, 2014).

Nesse sentido, Lima et al., (2018) destacam que é preciso estudar a neuroanatomia humana para compreender os sistemas neuronais, os quais estão intrinsecamente envolvidos na emoção e motivação, que estimulam a aprendizagem, por meio da ativação de redes de neurônios e consolidam as conexões sinápticas envolvidas.

O SN é dividido em SN Central (SNC) e SN periférico (SNP), que desempenham três funções básicas: funções sensoriais, integrativas e motoras. Sua estrutura é composta por: cérebro, cerebelo, nervos cranianos, medula espinal, nervos espinais, gânglios, plexo entérico e receptores sensoriais. O SNC é a porção de recepção de estímulos, de comando e desencadeadora de respostas, formado pelo encéfalo e pela medula espinal, protegidos pelo crânio, coluna vertebral e meninges. O encéfalo é composto por cérebro, tronco encefálico e cerebelo. O SNC é, também, o local onde acontecem os pensamentos, as emoções e as memórias (ANTUNES; AVELAR; FRIEDE, 2019).

O SNC tem um envelope, as meninges, com três lóbulos membranosos (a camada externa, a dura-máter, a aracnóide, mais média; a camada mais interna, a pia-máter) e algum espaço entre eles. A dura-máter é mais fibrosa e forma grandes dobras na cavidade craniana (foice do cerebelo, tenda do cerebelo, septo da sela) e canais venosos importantes para drenagem (seios durais). Os maiores seios durais são o seio sagital superior, sagital e mediano próximo à calota. Na base, porém, o maior é o seio cavernoso, localizado acima da asa maior do esfenoide, por onde passam a artéria carótida interna e alguns nervos cranianos (MARTIN, 2014).

O cérebro é a maior e mais evidente estrutura do encéfalo, constituindo cerca de 80% da massa total deste, encontra-se localizado no interior do crânio, protegido por um conjunto de três membranas, que são as meninges, e é dividido em duas partes, em hemisfério cerebral

esquerdo e hemisfério cerebral direito, os quais estão interligados pelo Corpo Caloso situado na parte inferior da fissura inter-hemisférica. Em cada hemisfério encontramos uma fina camada externa de Substância Cinzenta (SC), o CC, que contém os corpos celulares dos neurônios. Debaxo do CC está uma abundante camada de uma Substância Branca (SB), onde encontra-se os feixes de axônios neuronais mielinizados, lhe conferindo a sua aparência branca (SIMÕES NETO et al., 2019).

O cerebelo está conectado ao tronco encefálico por três pares de braços de SB chamados pedúnculos cerebelares superior, médio e inferior. Trata-se de um órgão com funções motoras e inconscientes que desempenha um papel na coordenação, equilíbrio, aprendizado e tônus muscular. Macroscopicamente, consiste em uma parte média, um vermis e dois hemisférios laterais. Possui sulcos transversais em sua superfície, e os espaços entre os sulcos formam os lobos cerebelares, o que os anatomistas chamaram há muito tempo de figura interna da matéria branca vista no meio como a árvore da vida. Na estrutura interna, há uma fina camada de SC periférica, denominada córtex cerebelar, e no interior do tronco há pares de núcleos centrais: o núcleo denteado, o núcleo intersticial e o LP, de onde partem eferentes para o cérebro (tálamo) ou acesso ao cérebro (MARTIN, 2014).

O tronco encefálico fica acima do forame magno no osso occipital e então se expande na medula oblonga na parte inferior do TE. No meio do tronco, há uma protuberância chamada ponte, e no crânio, há uma pequena seção acima do cerebelo, chamada mesencéfalo. Acima do tronco cerebral está o cérebro (diencéfalo e telencéfalo), e atrás da ponte e da medula está o cerebelo (MARTIN, 2014).

O telencéfalo representa praticamente a maior porção do encéfalo, sendo dividido em dois grandes hemisférios, conectados à parte média formando a parede anterior do Terceiro Ventrículo (TV), com estruturas da comissura inter-hemisférica: a placa terminal e a comissura anterior. Acima dessa estrutura intermediária está a maior estrutura comissural inter-hemisférica, composta por fibras transversais: o CC. Logo abaixo dela, duas fibras de projeção cortical, o fórnix esquerdo e direito, conectam a região mais antiga do CC (hipocampo) ao hipotálamo. No entanto, as maiores fibras de projeção cortical, denominadas cápsula interna, localizam-se entre o tálamo (medial e posterior), ou núcleo caudado (anterior) e o núcleo basal denominado núcleo lentiforme (MARTIN, 2014).

O tálamo tem uma função complexa de sensibilidades mal definidas, como toque, dor e temperatura corporal, e é uma estação retransmissora para quase todas as sensibilidades diferenciadoras (exceto odor) e uma estação importante para os impulsos que chegam ou saem do CC. Controla o movimento, a ativação cortical e o comportamento emocional. O epitálamo

está implicado nas funções do núcleo do sistema límbico e da glândula pineal (melatonina derivada da serotonina), como o ritmo circadiano de função, genitália e maturação imunológica (MARTIN, 2014).

O hipotálamo está localizado na face lateral e não tem nada a ver com a cavidade do TV. O hipotálamo está envolvido em funções motivacionais (sede, fome, sexo), hormônios (através do controle da glândula pituitária) e visceral (controle do SN visceral), ritmo circadiano (fibras retino-hipotalâmicas para os ritmos metabólicos de cerca de um dia de duração), temperatura corporal e sistema emocional (principal efetivador do componente periférico das emoções, o comportamento observado) (MARTIN, 2014).

As estruturas externas dos hemisfério cerebral apresentam sulcos irregulares que definem giros ou circunvoluções de estruturas corticais. Dentre eles, a fissura silviana e o sulco central são os mais evidentes, sendo mais comuns na face lateral superior. Os hemisférios são separados por uma grande fissura que é penetrada por uma dobra dural chamada de foice (a fissura longitudinal do cérebro). Sua superfície é dividida em lados: externo superior, interno e inferior (ou base). Os giros também são divididos em múltiplos lobos: frontal, occipital, temporal, parietal e ínsula (MARTIN, 2014).

É preciso lembrar, conforme destacam Antunes, Avelar e Friede (2019), que o hemisfério cerebral direito comanda o lado esquerdo do corpo, e o esquerdo comanda o lado direito. Isso ocorre porque há um cruzamento das fibras nervosas no limite das pirâmides bulbares. Simões Neto et al., (2019) destacam que eles são vistos como irmãos, sendo o hemisfério direito considerado como tolo e mudo, e o hemisfério esquerdo como ativo, dinâmico e falante. Todavia em 1960, estudos perceberam que o hemisfério direito era mudo, porém não era tolo. O esquerdo é verbal e analítico e o direito rápido, complexo e espacial. Os dois hemisférios são de fato especializados em diferentes tarefas, o hemisfério esquerdo é especializado nos aspectos da linguagem e o direito ligado às emoções e especializado em aspectos mais holístico.

Os hemisfério cerebral estão divididos em cinco lobos cerebrais: o lobo frontal, lobo temporal, lobo parietal, o lobo occipital e o lobo ínsula. Cada lobo tem funções específicas a desempenhar no organismo. Todo o CC é organizado em áreas funcionais com responsabilidades específicas, de receptividades, integrativa ou motora no comportamento. Temos um mapa cortical com divisão em nível anatômico funcional, porém o cérebro como todo fica praticamente sempre em alerta dependendo da atividade que esteja exercendo (SIMÕES NETO et al., 2019).

O lobo frontal é responsável pela elaboração do pensamento, planejamento, programação de necessidades individuais e emoção, controla a fala, função motora e psicomotora, escrita, memória imediata, seriação, ordenação, planificação, programação, mudança de atividade mental, exploração visual, tarefas posturais, julgamento social, controle emocional, motivação, estruturação espaço-temporal, repertório prático, controle e regulação próprio-exterocativa (SIMÕES NETO et al., 2019), sendo essencial para planejamento e execução de comportamentos aprendidos (ANTUNES; AVELAR; FRIEDE, 2019).

O lobo temporal é o responsável pelo sentido da audição, possibilitando o reconhecimento de tons específicos e intensidade do som. Também exibe um papel no processamento da memória e emoção, estímulos auditivos, não verbais e verbais, percepção auditiva-verbal e visual, memória auditiva, interpretação pictural, interpretação espaço-temporal, discriminação e sequencialização auditiva (SIMÕES NETO et al., 2019).

No lobo parietal processam-se as habilidades como cálculo, escrita, orientação direita-esquerda e reconhecimento dos dedos (ANTUNES; AVELAR; FRIEDE, 2019). É o responsável pela sensação de dor, tato, gustação, temperatura e pressão. Também está relacionado com o registro tátil, imagem do corpo, exteroagnosia, direcionalidade, gnose digital, leitura, elaboração grafo-motora, imagem espacial, elaboração de práxis, processamento espacial, integração somatossensorial, autotopagnosia, discriminação tãtil-nestésica (KUTCHAK et al., 2011).

Os lobos occipitais contêm o córtex visual primário e as áreas de associação visual (ANTUNES; AVELAR; FRIEDE, 2019), sendo responsável pelo processamento da informação visual, estimulação visual, percepção visual, sequencialização visual, rotação e perseguição visual, decodificação visual com participação de outros centros do cérebro, figura fundo, posicionamento e relação espacial (KUTCHAK et al., 2011).

O lobo ínsula, o qual possui tamanho aproximado de uma ameixa seca, está ligada com outras duas estruturas cerebrais, o Córtex Pré-Frontal e a amígdala. Ela funciona como um intérprete do cérebro ao traduzir sons, cheiros ou sabores em emoções e sentimentos como nojo, desejo, orgulho, arrependimento, culpa, compaixão ou empatia. Está localizada numa das áreas mais profundas do cérebro, na face interna do LT, e está envolvida no processamento da memória, do pensamento e da linguagem (SIMÕES NETO et al., 2019).

Outra AC escondida da superfície encontra-se no interior do LT, formando o assoalho da ponta inferior do ventrículo lateral é o hipocampo. A face supero-lateral do CC encontra-se dividida pelo sulco central e separa o lobo frontal do parietal, e o giro imediatamente anterior

chama-se pré-central (área motora primária, da execução do movimento) e o posterior pós-central (área somatossensorial geral: tato e dor) (MARTIN, 2014).

No sentido caudo-cranial, o encéfalo é composto por um conjunto de estruturas composto pelo bulbo, ponte, mesencéfalo e o cerebelo, que se aloja sobre o TC. Ligado diretamente à medula espinal, o tronco cerebral tem funções fundamentais para o funcionamento do organismo no controle e regulação da respiração, Pressão Arterial (PA), funcionamento dos sistemas digestivos, cardíaco, bem como no controle dos movimentos externos, garantindo as habilidades de coordenação motora e equilíbrio postural (SIMÕES NETO et al., 2019).

Existem quatro ventrículos, que se comunicam entre si, os dois primeiros, chamados ventrículos laterais, estão localizados dentro de cada hemisfério cerebral do telencéfalo. O TV está localizado no diencéfalo e o quarto ventrículo está localizado entre a ponte, a medula e o cerebelo. Este último se comunica com o espaço subaracnóideo para circulação externa do líquido cefalorraquidiano e se comunica com o TV através do aqueduto cerebral mesencefálico. O teto do TV é composto de uma tela coriácea que produz líquido e está abaixo de estruturas telencefálicas medianas, o fórnix e comissura do CC (MARTIN, 2014).

A organização macroscópica pode ser vista observando a SB (axônios mielinizados), SC (corpo e dendritos) e reticular (tronco mesencefálico). Entre a SB e cinzenta existe uma estrutura intermediária chamado retículo, na qual encontramos os núcleos e as fibras da rede, cuja função está atualmente sob investigação. O centro branco é formado por fibras mielinizadas (projeções corticais e fibras associativas inter-hemisféricas e intra-hemisféricas). Os núcleos caudado dorsal e lentiforme estão envolvidos no controle motor voluntário juntamente com o núcleo subtalâmico e a substância negra do mesencéfalo. A amígdala está envolvida na memória e no comportamento emocional e faz parte do sistema límbico (MARTIN, 2014).

Os núcleos da base consistem em massas de substâncias cinzentas situadas no telencéfalo, e incluem: claustró, amígdala, núcleo caudado, putâmen e globo pálido. O claustró possui conexões recíprocas com praticamente todas as áreas corticais (ACo); a amígdala, por sua vez está intimamente relacionada com o SL, pelo núcleo accumbens; já o núcleo caudado, o putâmen e o globo pálido constituem o chamado corpo estriado, o qual faz modulação de diversas vias e também está envolvido no sistema límbico (BARROS et al., 2020).

Os neurônios comunicam-se através de sinapses onde propagam-se os impulsos nervosos. Anatomicamente o neurônio é formado por: dendrito, corpo celular e axônio e a

transmissão ocorre apenas no sentido do dendrito ao axônio. O corpo do neurônio é formado de um núcleo e um pericário, que dá suporte metabólico a célula. O axônio é responsável pela condução do impulso nervoso transmitindo de um para o outro neurônio. Os dendritos são prolongamentos em forma de ramificação do corpo responsável pelo contato e comunicação entre os neurônios (ANTUNES; AVELAR; FRIEDE, 2019).

Três tipos de neurônios podem ser reconhecidos com relação à atividade que desenvolvem: neurônios sensoriais: transmitem impulsos dos receptores sensoriais aos outros neurônios do percurso; neurônios de associação: recebem a mensagem dos neurônios sensoriais, processam-na e transferem um comando para as células nervosas seguintes do circuito; neurônios efetores: são os que transmitem a mensagem para as células efectoras de resposta, isto é, células musculares ou glandulares que respondem por meio de contração ou secreção, respectivamente (SIMÕES NETO et al., 2019).

Conforme destacado por Souza et al., (2021) o aprendizado da ordem dos nervos é essencial para seguir com os estudos da anatomia, uma vez que aprendida a ordem dos nervos, a pessoa é capaz de assimilar sua origem e caminho até seu órgão ou tecido-alvo. Antunes, Avelar e Friede (2019) destacam que a maior parte dos impulsos que estimulam os músculos a se contrair e as glândulas a secretar se originam no SNC. O SNP, por sua vez, inclui todo o tecido nervoso, situado fora do SNC. São eles: nervos cranianos e seus ramos, NE e seus ramos, os gânglios e os RS.

Os nervos cranianos são agrupados em 12 pares, e são formados por feixes de fibras nervosas envoltas por tecido conjuntivo. Souza et al., (2021) destacam que os nervos cranianos são numerados em algarismos romanos de I a XII, são identificados por suas funções no organismo e podem ser mapeados quando a sua localização no encéfalo e origem. Os nervos cranianos são: olfatório (I), óptico (II), oculomotor (III), troclear (IV), trigêmeo (V), abducente (VI), facial (VII), vestibular (VIII), glossofaríngeo (IX), vago (X), acessório (XI) e hipoglosso (XII). Os pares cranianos fazem, de maneira geral, o suprimento sensitivo e motor (DALEY et al., 2018)

Martin (2014) enfatiza que as estruturas externas são destacadas por sulcos que se conectam aos NC: pares III e IV do mesencéfalo, V do ponto médio, pares VI, VII e VIII dos sulcos bulbares e ventral do IX ao XII e a medula do sulco longitudinal lateral. Os colículos do tecto mesencefálico são os dois colículos superiores e os dois colículos inferiores, saliências dos núcleos internos das vias reflexas visuais e auditivas, respectivamente.

Os nervos podem ser subdivididos em motores, sensoriais e mistos, ou seja, que desempenham as duas funções (IRIGOYEN et al, 2005). Os nervos sensitivos são aqueles

capazes de perceber o ambiente e enviar informações para o encéfalo, onde são processadas e interpretadas. Os nervos motores são responsáveis por emitir uma reação em função dessa percepção de ambiente, sendo enviada uma nova informação de volta para os músculos ou órgãos. Os nervos mistos, portanto, fazem as duas funções (DALEY et al., 2018).

## 2.2 O ENVELHECIMENTO POPULACIONAL

Todo organismo multicelular tem um tempo de vida finito e sofre mudanças fisiológicas ao longo do tempo. A vida dos organismos multicelulares é geralmente dividida em três estágios: estágio de crescimento e desenvolvimento, estágio reprodutivo e senescência. No primeiro estágio, ocorre o desenvolvimento e crescimento de órgãos especializados, e o organismo cresce e adquire as capacidades funcionais que lhe permitem reproduzir. A próxima etapa é caracterizada pela capacidade reprodutiva do indivíduo, que garante a sobrevivência, continuação e evolução da própria espécie. A terceira etapa, o envelhecimento, é caracterizada pelo declínio da capacidade funcional do organismo (CANCELA, 2007).

O PE é extremamente complexo e multifatorial e, pela sua natureza multidisciplinar, o estudo das bases moleculares desse fenômeno tem gerado um grande número de teorias e uma vasta literatura. Nesse campo se destacam as teorias estocásticas, baseadas no acúmulo aleatório de moléculas com alterações estruturais ou funcionais, e as teorias não-estocásticas relacionadas com mecanismos programados no genoma de cada organismo. Dentre as teorias estocásticas incluem-se as seguintes: radicais livres, lesão mitocondrial, alteração do colágeno, lesão de membrana, mutação genética e “erro catastrófico” na síntese de proteínas, e as teorias neuroendócrina e imunológica. Com relação às não-estocásticas tem-se a teoria da senescência programada, proposta por Hayflic (1968), que se baseia na deterioração do programa genético que regula o desenvolvimento celular (SILVA, 2007; CAMPOS, FERREIRA; VARGAS, 2015)

Também pode-se dizer que os indivíduos envelhecem de formas muito diversas e, a este respeito, podemos falar de idade biológica, de idade social e de idade psicológica, que podem ser muito diferentes da idade cronológica. A idade biológica está ligada ao envelhecimento orgânico, no qual cada órgão sofre modificações que diminuem o seu funcionamento durante a vida e a capacidade de autorregulação torna-se também menos eficaz. A idade social refere-se ao papel, aos estatutos e aos hábitos da pessoa, relativamente aos outros membros da sociedade, sendo fortemente determinada pela cultura e pela história

de um país. Por fim a idade psicológica relaciona-se com as competências comportamentais que a pessoa pode mobilizar em resposta às mudanças do ambiente; inclui a inteligência, memória e motivação (CANCELA, 2007).

Pesquisas demográficas projetam para o ano de 2025 no Brasil uma população de idosos superior a 30 milhões, e este envelhecimento poderá ser marcado por altos níveis de doenças crônicas (SILVA; GALHARDONI, 2008). Assim como nos demais países em desenvolvimento, o aumento do número de idosos vem acontecendo de forma rápida e progressiva, sem haver nenhum tipo de modificação das condições de vida. O aumento observado na população idosa brasileira entre 1950 e 2025 será em torno de 15 vezes, ao passo que a população como um todo será de não mais que cinco vezes no mesmo período (FERREIRA, 2006).

De acordo com a OMS (2018), uma em cada nove pessoas no mundo têm mais de sessenta anos de idade, podendo atingir o patamar de uma em cada cinco pessoas no ano de 2050, o que corresponderá a 22% da população mundial. O declínio físico apresenta-se como uma das principais características do envelhecimento e pode ser consequência de processos distintos: a senescência e a senilidade. Baltes e Smith (2006) destacam que a senescência corresponde ao PE propriamente dito, caracterizada por alterações pelas quais o corpo passa e que são decorrentes de processos fisiológicos e são comuns a todos os elementos da mesma espécie, com variações biológicas.

As limitações decorrentes da idade englobam a diminuição da cognição, percepção, audição, capacidade visual, alterações nos sistemas corporais vitais como o circulatório, renal e musculoesquelético. A fraqueza muscular própria da idade pode levar à sarcopenia e ocasionar aumento no número de quedas e fraturas em idosos. O aumento dos episódios de quedas decorrentes de tais alterações eleva o risco do surgimento de complicações decorrentes desses eventos que podem pôr em risco a vida do indivíduo (FERREIRA, 2006).

Já a senilidade, em muitos casos, se torna complemento da senescência. Engloba doenças que comprometem a QV das pessoas, mas não são comuns a todas elas em uma mesma faixa etária. Essas circunstâncias não são naturais da idade e nem comuns a todos os idosos. A maioria dos idosos apresentam elevados níveis de comprometimento funcional, de dependência e solidão. Apesar disso, envelhecer não deve ser sinônimo de doença, inatividade ou redução geral do desenvolvimento. O envelhecimento é considerado um evento progressivo e multifatorial, é uma experiência potencialmente bem-sucedida, porém, heterogênea, e vivenciada com maior ou menor QV (BALTES; SMITH, 2006).

Com o envelhecimento, ocorrem alterações de vários aspectos perceptíveis do organismo. Destacam-se a: Diminuição do fluxo sanguíneo para os rins, fígado e o cérebro e deficit da capacidade para eliminar toxinas e medicamentos; diminuição da capacidade do fígado para eliminar toxinas e metabolizar a maioria dos medicamentos; redução da frequência cardíaca máxima, mas sem alteração da frequência cardíaca em repouso; menor débito cardíaco máximo; diminuição da tolerância à glicose; redução da capacidade pulmonar de mobilização do ar; aumento da quantidade de ar retido nos pulmões depois de uma expiração; disfunção celular de combate às infecções (CANCELA, 2007).

De acordo com Santos et al., (2020) o PE humano é multifatorial e progressivo em todas as suas dimensões: biológica, psicológica, socioeconômica, cultural e espiritual, o que implica perda da reserva funcional tornando o indivíduo mais susceptível às doenças crônicas. A fragilidade é um indicador importante da condição de saúde do idoso, sendo assim, pesquisas vêm sendo realizadas para a elaboração de um conceito sobre fragilidade, a fim de ser utilizada na prática dos serviços de saúde, mas devido a sua característica multidimensional, sua definição ainda representa um desafio a ser superado.

Sua avaliação requer investigação ampla e multidimensional, incluindo avaliações funcionais, cognitivas, psíquicas, nutricionais e sociais, por meio de uma equipe multiprofissional, a fim de obter melhores cuidados relacionados ao idoso e, assim, priorizar a autonomia e independência no meio em que vive. Entre as alterações que devem ser investigadas, merece destaque a Síndrome da Fragilidade (SANTOS et al.,2020).

A definição de envelhecimento pode ser compreendida a partir de três subdivisões: envelhecimento primário; envelhecimento secundário; envelhecimento terciário. O envelhecimento primário, também conhecido como EN, afeta todos os seres humanos pós-reprodutivos, pois é um traço genético típico da espécie, afeta o corpo de forma gradual (FG) e progressiva, com efeito cumulativo. O envelhecimento secundário ou patológico refere-se a doenças que não se confundem com o processo normal de envelhecimento, é causado por fatores culturais, geográficos e temporais. O envelhecimento terciário ou terminal é um período de graves perdas físicas e cognitivas causadas pelo acúmulo dos efeitos do envelhecimento e de patologias dependentes da idade (FECHINE; TROMPIERI, 2012).

### 2.3 ENVELHECIMENTO ENCEFÁLICO

O SN é o sistema biológico mais afetado pelo PE, pois é responsável pelo processamento de informações destinadas a manter a interação do indivíduo com o meio, e

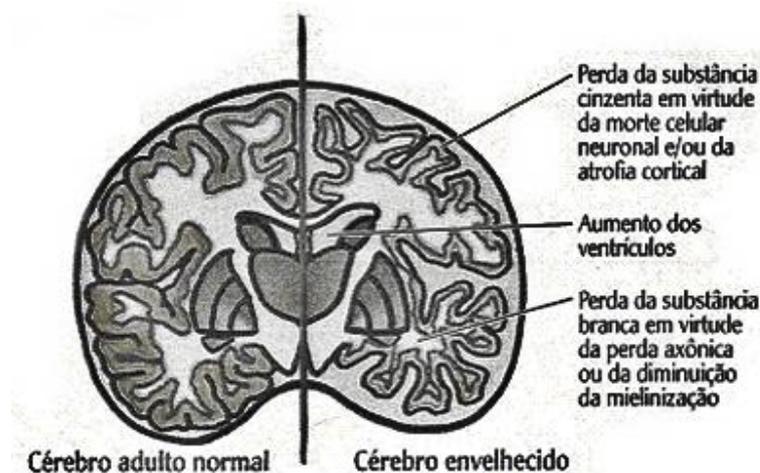
suas alterações tendem a reduzir a força e a marcha, ocorre a redução dos movimentos associados, hiporresponsividade profunda e alterações na sensibilidade. Essas características estão associadas a alterações nos níveis anatômicos macroscópicos, celulares e moleculares do SN (SOUZA et al., 2011).

Nunes (2014) destaca que características como Atrofia Cerebral, ventrículos dilatados e sulcos aumentados, bem como outras alterações no tecido cerebral e nos sistemas de neurotransmissão, vascularização e muito mais, estão agora associados ao envelhecimento. As mudanças estruturais já estão relativamente bem documentadas, e sabe-se que o PE, assim como não afeta todos os sistemas de maneira uniforme, também não afeta de maneira uniforme todas as estruturas e organizações.

Para Cancela (2007), a atrofia cerebral acompanhada de perda de peso, diminuição do volume cortical e aumento dos sulcos, parece ser causada principalmente pela diminuição da SB. A dilatação ventricular é causada por um aumento no líquido cefalorraquidiano. Aversi-Ferreira, Rodríguez e Paiva (2008) destacam que algumas dessas mudanças têm sido associadas à perda de memória e problemas auditivos e oculares.

Para cérebros mais velhos, que são, em média, menores em tamanho e peso, os giros mais finos são separados por sulcos mais largos e profundos, resultando em AC menores em comparação com cérebros mais jovens, isso é, o peso do cérebro humano diminui com a idade. Este declínio ocorre mais cedo nas mulheres do que nos homens. Uma explicação para esse evento pode estar relacionada ao declínio do estrogênio em mulheres na pós-menopausa (CARDOSO et al., 2017). A figura 1 ilustra a diferença entre o cérebro de um adulto-jovem e o cérebro de um idoso.

**Figura 1** - Comparação entre o encéfalo de um adulto-jovem e idoso.



Fonte: adaptada de Fox e Alder (2001).

A redução generalizada e massiva do número de neurônios há muito é uma característica importante do Envelhecimento Cerebral (EC), sendo consistente com a ideia de envelhecimento como um declínio generalizado, mas já se sabe há algum tempo que esse é um aspecto exagerado, não é considerado hoje para ser o processo que melhor caracteriza o EC. Alterações estruturais associadas ao envelhecimento são observáveis por inspeção visual, nomeadamente *post mortem*. O advento das técnicas de imagem, inicialmente a tomografia computadorizada e depois a ressonância, tornou possível documentar bem as Alterações estruturais associadas ao PE, permitindo observações *in vivo* (NUNES., 2014).

Durante esse processo, as células nervosas são gradualmente perdidas e/ou os neurônios se retraem, manifestando-se como algum tipo de AC. Essa redução ocorre por morte celular, principalmente no córtex do giro PC, giro temporal e córtex cerebelar, hipocampo, amígdala, substância negra, núcleo hipotalâmico, núcleos da base, tálamo, tronco encefálico (núcleo facial) e ME. As alterações causadas pela diminuição do tamanho celular ocorreram mais na SB e CC, assim como no tronco encefálico (núcleo coclear). Esse processo de perda neuronal (e/ou retração) parece ocorrer em todo o córtex, mas se manifesta de forma diferente e com intensidades diferentes em diferentes regiões e não necessariamente ocorre simultaneamente (CARDOSO et al., 2017).

As regiões mais afetadas pela Morte Neuronal (MN) são o giro frontal superior, o giro temporal superior e o córtex visual, enquanto os giros parietal superior e temporal inferior manterão sua integridade. Esta perda neuronal parece estar associada à atrofia do corpo celular (CANCELA, 2007). São características o grau de ramificação dendrítica, número de processos espinhosos e sinapses, acúmulo de pigmento lipofuscina em neurônios e células gliais e aparecimento de alterações microscópicas características, nomeadamente placas senis, emaranhados neurofibrilares, degeneração granular, corpos de hirano e angiopatia amilóide cerebral (SILVA, 2007).

O Córtex Pré-Frontal é uma região particularmente suscetível ao envelhecimento, quando consideradas as análises volumétricas. A região occipital em particular é razoavelmente resistente aos efeitos do envelhecimento. Por exemplo, sabe-se que no Córtex Pré-Frontal existe um subtipo mais suscetível ao PE do que outras espinhas dendríticas. Os espinhos dendríticos são pequenas saliências na membrana dos dendritos (a parte dos neurônios que recebe informações de outros neurônios). A presença deste nível de detalhe não se traduz imediatamente em termos de efeitos comportamentais e cognitivos (NUNES, 2014).

As alterações em dendritos e sinapses tornam-se relevantes em virtude de sua importância no processo de formação e manutenção da memória e na chegada de informação aos neurônios. A diminuição progressiva da árvore dendrítica e, em consequência, das sinapses, é uma das causas da AC. Essa diminuição parece ocorrer de forma heterogênea. Porém, de forma paralela à MN, ocorre um crescimento da árvore dendrítica (CARDOSO et al., 2017). Ao envelhecerem, certas zonas cerebrais sofrem assim uma degenerescência, ao mesmo tempo que outras parecem crescer, havendo uma “compensação”. No entanto, este aspecto parece não ocorrer em todos os idosos (CANCELA, 2007).

Outra região que assume uma imensa relevância ao nível do EC é a região temporal, particularmente o lobo temporal interno. A região temporal, incluindo naturalmente o hipocampo, mas também o córtex entorrinal, têm sido objeto de grande interesse, pelo seu envolvimento na formação de novas memórias explícitas, um aspeto que está prejudicado não só nas demências (de uma forma especialmente dramática), mas também no EN. A perda de SC no hipocampo associada à idade, é maior do que em qualquer outra região do cérebro (NUNES, 2014).

O que preocupa acerca da repercussão no SNC é que esse sistema não tem capacidade de reparo. O SNC é definido como uma unidade morfofuncional pós-mitótica sem potencial reprodutivo devido a fatores intrínsecos (genética, sexo, sistemas circulatório e metabólico, radicais livres, etc.) e extrínsecos (ambiente, sedentarismo, t, uso de drogas, radiação, etc.). Esses fatores continuam exercendo efeitos deletérios no decorrer do tempo (FECHINE; TROMPIERI, 2012).

O consumo de oxigênio e glicose também diminui de FG e rápida, reduzindo assim o desempenho cognitivo do indivíduo, que é causado por vários circuitos cerebrais semelhantes ao que ocorre na doença de Alzheimer (AVERSI-FERREIRA; RODRIGUES; PAIVA, 2008). Algumas alterações cerebrais que ocorrem com o envelhecimento incluem deposição de lipofuscina nas CN; deposição de amiloide nos vasos sanguíneos e CN; aparecimento de placas senis; menor desenvolvimento de emaranhados fibrilares; alterações nos neurotransmissores, especialmente dopaminérgicos, redução da produção de acetilcolina; atrofia plástica dos colinérgicos muscarínicos. receptores; diminuição da função desses receptores; diminuição da função colinérgica (FECHINE; TROMPIERI, 2012).

Os emaranhados neurofibrilares são remanescentes do metabolismo celular que as células não podem excretar e, portanto, acumulam neles. Esses resíduos podem prejudicar a função da célula e eventualmente morrer. Quando uma célula morre, ela cria detritos celulares que se ligam à amiloide e formam placas de neurite (ou senis). Placas senis ocupam espaços

entre os neurônios, impedindo a comunicação neuronal. A proteína amilóide é produzida ao longo de toda a vida, sendo que há medida que o organismo envelhece vai perdendo a capacidade para a sintetizar, acabando por se acumular no organismo (CANCELA, 2007).

Cerca de 50.000 neurônios são perdidos a cada dia, principalmente do CC, com a idade, podendo ocorrer declínio mental significativo. As fibras nervosas perdem sua bainha de mielina, reduzindo assim a velocidade de condução da estimulação nervosa, além de reduzir a capacidade de gerar neurônios no ventrículo e na zona subventricular, as CN são reduzidas em dendritos, qualidade e número, levando à ruptura das vias associadas (AVERSI-FERREIRA; RODRIGUES; PAIVA, 2008).

Cardoso et al., (2017) destacam que esta redução neuronal acaba alterando as conexões entre os neurônios, os quais têm fundamental importância nos processos neurais, pois são os responsáveis pela transmissão de impulsos elétricos, através das sinapses, que ocorrem na presença de neurotransmissores, ou mensageiros químicos. Assim, em função dessas alterações, a velocidade de condução nervosa é reduzida, tendo uma queda de 15% entre os cinquenta e oitenta anos ou de 1 a 15% até os sessenta anos.

Os dados obtidos apontam para diferentes tipos de disfunção sináptica causada pelo envelhecimento, dentre essas disfunções, as alterações em componentes dos sistemas de neurotransmissão e tradução de sinais, como as proteínas quinases, são as mais proeminentes. Vários sistemas de neurotransmissores são afetados pelo envelhecimento, como serotoninérgico, glutamatérgico, aminérgico e colinérgico. Sabe-se que existe uma interação entre os sistemas colinérgico e serotoninérgico, sugerindo uma regulação conjunta durante a aprendizagem e a memória. Observou-se que os níveis de serotonina no cérebro de humanos e animais experimentais mudam com a idade (SILVA, 2007).

Alguns fatores externos, como o consumo crônico de etanol, podem ser responsáveis por danos celulares relacionados à idade. Tem sido reconhecido que algumas das alterações neuropatológicas observadas como resultado do consumo crônico de etanol são as mesmas encontradas durante o envelhecimento. Há também evidências de que o consumo de etanol a longo prazo pode levar à produção de radicais livres causando danos celulares oxidativos (SILVA, 2007).

A memória, como construto cognitivo, envolve o processo de aprendizagem de novas informações, seu armazenamento e disponibilidade para acessar essas informações. A psicologia cognitiva sugere que o processo de memória pode ser subdividido em três operações básicas: codificação (entrada), armazenamento (manutenção) e recuperação (acesso e produção), cada uma representando um estágio do processamento da memória. Essas etapas

não são apenas consecutivas, mas também se influenciam e dependem umas das outras. A neuropsicologia cognitiva baseada em estudos de casos clínicos e teoria da dissociação subdivide a memória em estruturas de acordo com sua localização neuroanatômica (CHARCHAT; MOREIRA, 2008).

O PE é acompanhado por um declínio na inteligência, embora apenas em alguns casos essa deterioração progrida para demência. Há evidências substanciais de que o desempenho mental de idosos diminui ligeiramente em tarefas e flexibilidade no PI; também pode haver algum comprometimento em relação a fases anteriores da vida, particularmente na memória processual e na lembrança livre (AVERSI-FERREIRA; RODRIGUES; PAIVA, 2008).

Uma propriedade do cérebro interessante para suavizar a passagem do tempo é a neuroplasticidade, conforme destacado por Cardoso et al., (2017) trata-se da capacidade adaptativa da estrutura e função do SN devido às interações com o meio externo e/ou interno e como resultado de uma lesão. A plasticidade atua para neutralizar a neurodegeneração e permite que os neurônios façam novas conexões, desenvolvam e criem sinapses, restaurando ou compensando circuitos diminuídos ou danificados. A extensão da plasticidade cerebral não parece ser afetada pela idade, então a plasticidade pode ser estimulada mesmo em Adultos Mais Velhos (AMV).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura. A Revisão Integrativa, conforme destacado por Souza, Silva e Carvalho (2010), é uma abordagem metodológica que permite a inclusão de estudos experimentais e não experimentais, além de dados de literatura teórica, definições de conceitos, revisão de teorias e evidências empíricas para um entendimento completo de um fenômeno estudado.

Para o levantamento dos dados da pesquisa, foram considerados os estudos listados na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A BVS é um portal composto por fontes de informação em ciências da saúde para atender às necessidades de informação técnico-científica de profissionais e estudantes da área. A interface da BVS está disponível gratuitamente em português, espanhol e inglês e leva em consideração no seu sistema de busca diferentes bases de dados.

O resultado inicial trouxe um total de 10.735 estudos. A etapa seguinte foi a seleção do intervalo dos 5 últimos anos (2017 - 2022) como critério de inclusão, o que resultou em um total de 3.868 estudos e desses apenas 3823 estavam disponíveis na íntegra. A pesquisa não englobou estudos *in vitro* ou pesquisas com animais (como camundongos, macacos e outros), o que gerou uma exclusão de 3.751 estudos. Foi efetuado a leitura do título do estudo, sendo selecionado para compor a amostra àqueles que relacionam a memória ao EC, o que resultou em um total de 72 artigos.

Seguido essa etapa, foram aplicados os critérios de exclusão, dos quais, 23 artigos foram excluídos por não estarem disponíveis na íntegra e 4 documentos por se tratar de estudos de revisão (integrativas, sistemáticas, meta-análise, bibliométricas ou bibliográficas), o que restou um total de 45 artigos. Os artigos restantes, foram efetivados a leitura dos resumos, e 21 deles foram excluídos por não estarem de acordo com o objetivo proposto. A amostra foi composta por 24 artigos científicos.

## 4 RESULTADOS

As alterações estruturais e funcionais cerebrais associadas ao envelhecimento desempenham um papel significativamente danoso na memória de indivíduos idosos. No entanto, ainda não está claro o suficiente o mecanismo exato do sistema neurológico o poder do envelhecimento sobre as estruturas encefálicas. Nesse sentido, os estudos selecionados foram utilizados para responder o problema de pesquisa, a fim de atingir os objetivos proposto. O quadro 1, abaixo descrito, traz as principais características dos artigos selecionados.

**Quadro 1 - Dados dos estudos selecionados.**

<b>Autor, Ano e Periódico</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Método</b>	<b>Principais Resultados</b>
HAN, S. D. et al., (2022) - Human Brain Mapping	Examinar a associação do DC com a conectividade funcional do hipocampo bilateral em 132 idosos negros sem demência	Estudo de coorte	Resultados sugerem vias funcionais específicas entre o hipocampo e várias regiões do cérebro que podem ser alvos de intervenções clínicas e terapêuticas destinadas a reduzir o DC e retardar ou prevenir a demência da doença de Alzheimer em idosos negros.
SEO, J. P.; RYU, H. J. (2022) - Medicine	Investigar o efeito do envelhecimento do trato mesolímbico no cérebro humano normal usando Tractografia de Tensor de Difusão.	Estudo de coorte	Usando tractografia de tensor de difusão, identificou-se que o trato mesolímbico se liga ao núcleo accumbens da área tegmental ventral no cérebro humano normal e descobrimos ainda que o envelhecimento do trato mesolímbico começa nos 20 ou 30 anos e progride de forma constante em uma taxa quase contínua ao longo da vida, até os 60 anos, quando a degeneração do trato mesolímbico aumenta significativamente em comparação com a taxa daqueles na faixa dos 20 ou 30 anos.
LEE, P. et al., (2022) - Brain communications	Investigar se doença de pequenos vasos cerebrais influenciaria o PE cerebral no estágio assintomático, se o EC avançado está associado a funções cognitivas em doença de pequenos vasos cerebrais e região específica, e se está envolvido na fisiopatologia do comprometimento cognitivo relacionado a	Estudo de coorte	O estudo revelou evidências de EC acelerado em doença de pequenos vasos cerebrais assintomática. as distribuições espaciais da idade cerebral avançada em doença de pequenos vasos cerebrais foram principalmente nos córtices fronto-temporais ao lado da fissura de sylvian, córtex cingulado posterior, tálamo bilateral e hipocampo esquerdo, nos quais todas as redes estavam envolvidas. também mostramos os efeitos interativos entre doença de pequenos vasos cerebrais e idade cerebral acelerada e encontramos efeitos de mediação específicos da região

	doença de pequenos vasos cerebrais.		de gap de idade cerebral na relação entre doença de pequenos vasos cerebrais e deficiências cognitivas relacionadas.
BÖTTCHER, A. et al., (2022) - <i>Frontiers in Psychology</i>	Esclarecer a associação entre a participação em atividade musical e indicadores de saúde cerebral e cognitiva em AMV.	Estudo Transversal	Achados são promissores para sugerir que a participação a longo prazo na atividade musical, como uma atividade de lazer acessível, pode estar associada a uma maior saúde cerebral e cognitiva no final da vida.
BAUER, C. et al., (2022) - <i>Frontiers in Aging Neuroscience</i>	Investigar especificamente se as métricas de difusão multicompartimentais predizem melhor a idade e a cognição do que as métricas tradicionais de imagem por tensor de difusão.	Estudo de coorte	Nossos resultados sugerem que a maioria das métricas de difusão de ressonância magnética derivadas dos modelos atuais de compartimento único e multicompartimento contribuem com uma variação única na previsão da idade. Em contraste, nossos resultados também sugerem que o desempenho da memória de trabalho em AMV está mais especificamente associado às características da SB relacionadas ao trato modeladas por modelos de difusão multicompartimental.
FERNÁNDEZ, A. et al., (2022) - <i>Frontiers in aging neuroscience</i>	Testar o efeito de estar engajado em tarefas cognitivas sobre a excitação cortical do estado de repouso após a conclusão da tarefa, e se ela difere de acordo com o nível de DC do participante.	Estudo longitudinal	A excitação cortical de fundo, refletida pela atividade alfa registrada alguns minutos após uma tarefa cognitiva, mostrou propriedades e relações com a cognição diferentes daquelas relatadas para a atividade alfa quando registradas em condições basais.
NYBERG, L. et al., (2022) - <i>Cerebral Cortex</i> .	Explorar a heterogeneidade nos padrões de envelhecimento estrutural longitudinal do cérebro usando análise de perfil latente, com enfoque na atrofia da SC no caudado e no hipocampo e também em várias regiões corticais (córtex frontal, córtex lateral, córtex temporal medial e pré-cúneo	Estudo de coorte	Cerca de um terço dos participantes foram caracterizados por atrofia elevada do hipocampo, tiveram atrofia cortical elevada globalmente e não seletivamente no córtex frontal ou posterior, e mostraram taxas semelhantes de atrofia do caudado como os participantes com atrofia inferior.
MARTIN, S. et al., (2022) - <i>Cerebral Cortex</i> .	Investigar mudanças relacionadas à idade na arquitetura de rede funcional engajada durante o acesso direcionado à memória semântica.	Design experimental	As redes de idosos foram caracterizadas por um acoplamento positivo mais forte de diferentes sistemas cognitivos, como redes padrão e de atenção ou redes semânticas, de controle e atenção.
ZACHAROU, V. et al., (2022)	Avaliar as associações entre a concentração de ferro no cérebro e a	Coorte longitudinal	Resultados sugerem que o ferro cerebral não heme pode contribuir para a interrupção da conectividade memória de

- Cerebral Cortex	microestrutura da SB em uma rede de tratos que apoiam o desempenho cognitivo em idosos saudáveis.		trabalho em idosos saudáveis.
WEERAS EKERA, A. et al., (2022) - Human Brain Mapping	Explorar a essa relação por meio da análise de dados se o volume da matéria cerebral está correlacionado com o funcionamento cognitivo e inteligência superior.	Estudo de coorte	Modelo sugere que os volumes de várias estruturas subcorticais estão correlacionados com a cognição de nível superior e parecem prever medidas cognitivas de forma diferenciada em adultos jovens versus AMV.
SILEMEK, A. C. H. et al. (2022) - Journal of Neuroscience Research,	Investigar a dinâmica da alteração da rede para cada modalidade, sua correlação entre si e sua associação com o desempenho cognitivo entre uma bateria de testes abrangente em pacientes com Esclerose Múltipla remitente-recorrente leve em comparação com controles saudáveis.	Estudo de coorte	O acompanhamento de curto prazo em nosso estudo permitiu concluir sobre os mecanismos de envelhecimento saudável permanecem especulativos. Neste estudo, propomos que a resiliência da ruptura do hub estrutural na rede de modo padrão pode representar um mecanismo compensador do envelhecimento saudável, levando a perfis cognitivos preservados em pessoas com esclerose múltipla.
DÍAZ, M. F. et al., (2022) - Frontiers in aging neuroscience	Avaliar a associação de reserva cognitiva com cognição e eletroencefalograma de estado de repouso em idosos saudáveis usando três das medidas de proxy dinâmicas de reserva cognitiva mais usadas: inteligência verbal, atividades de lazer e atividades físicas.	Estudo de coorte	As medidas de proxy dinâmicas de reserva cognitiva parecem se relacionar de forma diferente ao eletroencefalograma em estado de repouso e ao desempenho cognitivo.
MANZALI, S. B. et al., (2022) - Frontiers in aging neuroscience	Investigar o efeito potencial do risco poligênico da doença de Alzheimer de início tardio no DC em idosos judeus com diabetes tipo 2.	Estudo de coorte	Não foi encontrada uma associação significativa de doença de Alzheimer de início tardio e escore de risco poligênico com o funcionamento cognitivo geral ou taxa de declínio em idosos com diabetes tipo 2.
FANG, Y. et al., (2022) - PloS one	Investigar a associação de 11 biomarcadores de proteínas inflamatórias com função cognitiva, demência incidente e medidas de AC.	Estudo de coorte	Estudo sugere associações entre biomarcadores proteicos de inflamação relacionados a células imunes inatas e adaptativas com medidas cognitivas e de ressonância magnética cerebral de EC e demência incidente.
YU, J. et al., (2022) - Frontiers in neurology	Investigar se o aumento da variabilidade da PA noturna está associado à atrofia do volume cerebral e ao DC em uma população de meia-idade.	Estudo de coorte	O aumento da variabilidade da PA noturna, em vez de potência absoluta média noturna, foi associado à redução do volume cerebral e DC. A alta variabilidade da PA noturna pode ser um preditor independente para o rápido EC

			em uma população de meia-idade.
CHINO, B. et al., (2022) - GeroScience	Explorar o potencial de associação entre o desempenho de memória atrasada e a conectividade funcional cerebral da atividade cerebral em estado de repouso em voluntários saudáveis e pacientes com comprometimento cognitivo leve, e avaliar o papel do genótipo apolipoproteína E como potencial moderador da relação entre conectividade funcional cerebral e memória tardia	Estudo de coorte	Os resultados sugerem que marcadores associados à hipsincronização beta podem ser úteis para avaliar a saúde do cérebro. Resultados indicam que o cérebro parece perder progressivamente a capacidade de dessincronizar beta conectividade funcional e que esse processo estaria começando a se tornar significativo em estágios pré-clínicos, pelo menos em participantes com fatores de risco de doença de alzheimer, como a presença do alelo Apolipoproteína E ε4.
TAO, Q. et al., (2022) - EclinicalMedicine	Investigar as relações entre diferentes tipos de solidão, funcionamento cognitivo e volumes cerebrais regionais.	Estudo de Coorte Prospectivo	A solidão persistente na meia-idade foi associada à atrofia nas regiões do cérebro responsáveis pela memória e disfunção executiva. Intervenções para reduzir a cronicidade da solidão podem mitigar o risco de DC relacionado à idade e doença de Alzheimer.
JIANG, Rongtao et al., (2022) - Advanced Science	Exploramos uma abordagem de aprendizado de máquina baseada em conectomas em análises de validação cruzada para investigar assinaturas de imagem confiáveis e robustas para oito funções cognitivas distintas que diminuem significativamente ao longo do envelhecimento e da idade do cérebro.	Estudo de coorte	Foi desenvolvido uma assinatura funcional baseada em conectividade para idade cerebral e envelhecimento cognitivo e demonstramos sua generalização em três conjuntos de dados independentes.
JIA, Shuhong et al., 2022.	Investigar os efeitos do volume e função dos neurônios colinérgicos do prosencéfalo basal na cognição de idosos.	Estudo de caso-controle	Os achados demonstraram que a conectividade funcional mais forte do prosencéfalo basal se correlacionou com a diferença cognitiva específica na cognição global e nos domínios de memória e função executiva em superidade.
LÓPEZ, B. V. et al., (2022) - Neurobiology of Aging	Determinar o efeito da reserva cognitiva, avaliado de forma holística, comparando a conectividade da rede de atenção dorsal e rede de controle frontal-parietal em estado de repouso em idosos cognitivamente intactos (participantes	Estudo de coorte	Conectividade reduzida na Rede de Atenção Dorsal, aumento da ativação das regiões frontais do Rede de Controle Frontal-Parietal esquerdo e aumento da conectividade córtex frontal esquerdo-rede de atenção dorsal foram associados a níveis mais altos de RC

	com mais de 50 anos) divididos em 2 grupos (Reserva Cognitiva alta e Reserva Cognitiva baixo); e determinar se o efeito da reserva cognitiva na atividade das 2 redes está relacionado ao desempenho cognitivo.		
CHA, E. et al., (2022) - Medicine	Determinar o efeito do polimorfismo da Catecol-O-Metiltransferase COM na integridade da SB em idosos.	Estudo de coorte	O grupo de portadores de alelos de metionina apresentou valores médios significativamente mais baixos de difusividade, difusividade axial e difusividade radial para o hipocampo direito, tálamo, fascículo uncinado e núcleo caudado esquerdo do que o grupo homocigoto valina.
CHEN, Xi et al., (2022) - Neuregiões de interesse pré-selecionada smage	Investigar quais características da atividade neural estão presentes em indivíduos que estabelecem melhores trajetórias de envelhecimento cognitivo.	Estudo de coorte	Os idosos bem-sucedidos mostraram melhor preservação da alta ativação cerebral até a velhice, enquanto os idosos médios mostraram redução funcional a partir da velhice. Além disso, idosos bem-sucedidos de velhice também exibiram recrutamento frontal adicional fora das regiões principais relacionadas à tarefa, provavelmente refletindo a compensação neural no envelhecimento bem-sucedidos.
YOSHIUR A, Kazuhiro et al., (2022) - Scientific reports	Analisar sinais de doença de pequenos vasos, infartos lacunares, micro-hemorragias e alterações de volume em regiões implicadas em demência ou doença de Alzheimer, como o lobo temporal medial.	Pesquisa transversal de base populacional	O grupo de fragilidade cognitiva apresentou declínios no desempenho motor semelhantes aos observados no PF e declínios cognitivos e atrofia da região do lobo temporal medial semelhantes aos observados no comprometimento cognitivo leve.
SNYTTE, J. et al., (2022) - Neuregiões de interesse pré-selecionada smage	Investigar os correlatos estruturais e funcionais das diferenças relacionadas à idade no desempenho da memória de contexto, com foco especial nos lobos temporais mediais.	Estudo de coorte	Resultados sugerem que as diferenças individuais no volume dessas estruturas lobo temporal medial estão criticamente relacionadas às redes específicas que estão envolvidas durante a codificação e recuperação corretas.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2023).

## 5 DISCUSSÕES

Os achados do estudo de Han et al., (2022) sugerem que a conectividade funcional do hipocampo para múltiplas regiões pré-frontais dorsolaterais se correlaciona com o DC global em pessoas sem demência. Esses dados corroboram com o do estudo de Nyberg et al., (2022) no qual o segundo subgrupo (um pouco mais velho) apresentou maiores taxas de atrofia no córtex e hipocampo, e a atrofia acentuada do hipocampo foi acompanhada por atrofia elevada em todas as regiões de interesse corticais examinadas. No grupo de maior atrofia, essa atrofia do hipocampo foi significativamente maior do que a atrofia caudada.

Esses dados vão de encontro também ao estudo de Snytte et al., (2022) o qual indicou declínios relacionados à idade na memória de contexto e volume de estruturas lobos temporais mediais, e revelou que o volume da região posterior do hipocampo medeia diferenças relacionadas à idade no desempenho da memória do contexto espacial. Com maior idade e menores volumes da região posterior do hipocampo, observou-se maior ativação das regiões frontal-lateral, parietal e occipital, bem como regiões lobos temporais-mediais anteriores em testes de codificação e recuperação.

Os resultados de Seo e Ryu (2022) corroboram nesse sentido, ao evidenciar uma tendência de declínio nos valores de número de voxels do trato mesolímbico dos grupos de 60 e 70 anos em comparação com os das faixas etárias de 20, 30, 40 e 50 anos. Identificou-se que o trato mesolímbico se liga ao núcleo accumbens da área tegmental ventral no cérebro humano normal e que o envelhecimento do trato mesolímbico começa nos 20 ou 30 anos e progride de forma constante em uma taxa quase contínua ao longo da vida, até os 60 anos, quando a degeneração do trato mesolímbico aumenta. Esses dados associam-se aos estudos de Snytte et al., (2022) que destacaram que embora não seja possível afirmar diretamente se, ou quando a atrofia estrutural ocorre, o trabalho longitudinal aponta para o início dessas mudanças por volta da meia-idade, pois observou-se diferenças no desempenho e na estrutura cerebral em indivíduos dessa faixa etária e mais velho.

Ao considerar o declínio nos domínios cognitivos, Han et al., (2022) evidenciaram que o declínio da memória semântica foi positivamente associado à conectividade funcional do hipocampo com o giro pré-central esquerdo e direito, e o declínio da velocidade perceptual foi associado inversamente à conectividade funcional do hipocampo com o córtex intracalcarino bilateral e o giro fusiforme direito. O declínio na memória semântica foi associado com conectividade funcional do hipocampo com regiões bilaterais do giro PC. Já no estudo de Nyberg et al., (2022) o qual obtiveram suporte para a existência de 2 subgrupos de indivíduos

que diferiam em seus perfis de atrofia, o primeiro grupo apresentou um padrão bastante uniforme de atrofia em 6 regiões de interesse corticais e subcorticais examinados, com uma taxa de encolhimento anual de cerca de 0,5%. Apesar de serem mais velhos, os indivíduos do grupo de maior atrofia tinham volumes basais caudados maiores, enquanto os volumes de outras regiões (e o volume total do cérebro) eram comparáveis entre os grupos.

Chino et al., (2022) identificaram um agrupamento de regiões occipitais direitas cuja conectividade funcional da banda beta global foi negativamente associada a escores de memória atrasada. Ao avaliar a relação entre os marcadores da conectividade funcional e a integridade estrutural cerebral, os pacientes com comprometimento cognitivo leve apresentaram associação negativa entre a conectividade funcional occipital com as medidas da SB e cinzenta, reforçando a relação dos marcadores da conectividade funcional com a progressão da demência. Já Bauer et al., (2022) destacam que os resultados obtidos em seus estudos sugerem que o desempenho da memória de trabalho em AMV está mais especificamente associado às características da SB relacionadas ao trato modelados por modelos de difusão multicompartimentais.

Fernández et al., (2022) destacaram que o desempenho das tarefas de memória dos participantes do cognitivamente intacto foi negativamente relacionado à atividade alfa. Outro resultado foi que a função cognitiva global dos participantes do grupo cognitivamente intacto foi negativamente relacionada à magnitude da atividade alfa. Verificou-se que as correlações entre menor atividade alfa parietal e maior desempenho memória episódica e função cognitiva global foram mais fortes no grupo cognitivamente intacto em comparação com o grupo comprometimento cognitivo leve amnésico. Esses dados vão de encontro ao estudo de Díaz et al., (2022) descobriram que não apenas habilidades cognitivas fluidas, mas também habilidades cristalizadas parecem ser influenciadas por medidas proxy dinâmicas de reserva cognitiva. As descobertas apoiam a hipótese de que uma medida proxy dinâmica mais alta está relacionada a maior potência alfa, mas não apoia sua relação com atividade teta mais baixa. Um resultado inesperado foi a inteligência verbal como um preditor positivo de delta, particularmente nas regiões centrais. A inteligência verbal foi associada não apenas com maior potência absoluta no delta, mas também com melhor desempenho cognitivo.

Esses resultados se confirmam também no estudo de Martin et al., (2022) no qual evidenciaram que os adultos jovens capitalizaram fortemente em um sistema mais segregado durante o processamento de tarefas na forma de desempenho mais rápido e melhor, porém esse aumento da segregação cerebral total previu um desempenho mais rápido (mas não melhor) em AMV, enquanto o aumento da eficiência global previu melhor desempenho entre

os grupos, mas respostas mais rápidas apenas em AMV. Uma organização de rede menos seletiva e mais integrada permite que os AMV mantenham um alto desempenho, essas descobertas dão suporte a um mecanismo compensatório de reconfiguração acompanhada pela idade em topologias de rede.

Quando avaliado as relações entre o funcionamento cognitivo, volumes cerebrais regionais e diferentes tipos de solidão, os resultados do estudo de Tao et al., (2022) sugeriram que a persistência da solidão exacerba o DC e pode representar uma ameaça à saúde do cérebro no PE, especialmente na presença de ApoE 4. O estudo evidenciou que a solidão persistente estava associada a um menor volume do LT. Além disso, um escore de solidão cumulativo mais alto foi associado a volumes cerebrais menores no hipocampo e com ventrículo lateral aumentado em um padrão “dependente da dose”, especialmente em portadores de ApoE 4. Em paralelo a isso, o estudo de Fang et al., (2022) investigou a associação de 11 biomarcadores de proteínas inflamatórias com função cognitiva, demência incidente e medidas de AC. Os achados foram robustos ao ajuste do status de portador de ApoE 4, fatores de risco de doença cardiovascular e os efeitos não foram significativamente diferentes em portadores ApoE 4 em comparação com não portadores. Os resultados sugeriram que esses fatores inflamatórios periféricos, geralmente produzidos em resposta à ativação imune inata, podem desempenhar um papel na fisiopatologia do DC e da doença de Alzheimer

Zachariou et al., (2022) corroboram com esses achados, destacando que os idosos com fragilidade cognitiva são considerados de alto risco de conversão para demência devido ao aumento de Alzheimer e patologias cerebrovasculares do que aqueles com fragilidade física ou comprometimento cognitivo leve sozinhos. Os resultados obtidos sugeriram que aumentos relacionados à idade na concentração de ferro no cérebro podem contribuir para a interrupção dos tratos da SB que suportam a função cognitiva no EN.

Manzali et al., (2022) investigaram o efeito potencial do risco poligênico da doença de Alzheimer de início tardio no DC em idosos com diabetes tipo 2 e destacaram que o escore de risco poligênico não foi associado ao volume do hipocampo e outras regiões cerebrais relacionadas à doença de Alzheimer e a vários aspectos do EC, nem ao volume de hiperintensidades de SB e carga de beta-amiloide. Os achados sugeriram que, mesmo que haja uma taxa mais rápida de DC entre os pacientes com diabetes tipo 2, não houve uma associação do escore de risco poligênico com a taxa de declínio. Yoshiura et al., (2022) destacaram que o grupo fragilidade cognitiva apresentou declínios no desempenho motor semelhantes aos observados no grupo fragilidade física e declínios cognitivos e atrofia na

região lobo temporal medial, semelhantes aos observados no grupo de comprometimento cognitivo leve. Os aspectos únicos da fragilidade cognitiva foram pior desempenho de tempos de pé de uma perna, sintomas depressivos graves e sinais de imagem de doença de pequenos vasos grave (maior volume de hipointensidade da SB, grau hiperintensidade periventricular, grau hiperintensidade da SB profunda e subcortical, prevalência de infarto lacunar e número de microsangramento).

Esses dados corroboram com o estudo de Lee et al., (2022) que revelaram evidências de EC acelerado em doença cerebral de pequenos vasos assintomático. As distribuições espaciais da idade cerebral avançada em doença cerebral de pequenos vasos foram principalmente nos córtices fronto-temporais ao lado da fissura de Sylvian, o córtex cingulado posterior, tálamo bilateral e hipocampo esquerdo, em que todas as redes estavam envolvidas. Foram demonstrados os efeitos interativos entre doença cerebral de pequenos vasos e idade cerebral acelerada e encontrou-se efeitos de mediação específicos da região da diferença de idade cerebral na relação entre doença cerebral de pequenos vasos e deficiências cognitivas relacionadas.

Quando avaliado a relação entre variabilidade da PA noturno, a atrofia do volume cerebral e ao DC, Yu et al., (2022) descobriram que a variabilidade da PA sistólica mais alto durante a noite foi associada a um maior declínio no volume cerebral e na função cognitiva, sendo que o aumento da variabilidade da PA em curto prazo noturna foi associado à atrofia do volume cerebral total, sendo a alta variabilidade da PA sistólica noturna associada à atrofia volumétrica do SC, especialmente atrofia temporal da SC. O aumento da variabilidade da PA sistólica noturna foi associado a um maior declínio na memória visual tardia e fluência verbal para a categoria. A atrofia total do volume cerebral e o DC foram associados ao aumento da variabilidade da PA em curto prazo noturna, mas não à PA média noturna.

Acerca da Esclerose Múltipla, Silemek et al., (2022) destacaram que a principal descoberta foi uma resiliência relativa da conectividade do hub, semelhante a um aumento da conectividade do hub estrutural nos controles ao longo do tempo. A estabilidade nas funções cognitivas dentro do pessoas com esclerose múltipla ao longo de vários anos pode, portanto, representar um processo de recompensa geralmente relacionado à idade, levando a redes cerebrais com maior eficiência energética e maior segregação. Pior desempenho nos domínios de aprendizagem verbal e memória espacial também foi associado a menor conectividade funcional na rede de modo padrão. Foi encontrado uma relação entre conectividade cerebral interrompida e domínios de atenção, aprendizagem verbal, espacial e memória, além de uma correlação inversa que é vista como mecanismo compensatório.

Chen et al., (2022) descobriram que os idosos bem-sucedidos conseguiram preservar a ativação semelhante à juventude até a velhice. Os idosos médios, por outro lado, mostraram uma redução precoce no efeito de memória subsequente começando na idade jovem-velhice. Além disso, também foram encontradas evidências de recrutamento neural adicional fora das principais regiões de interesse definidas pela memória subsequente em idosos bem-sucedidos, particularmente nos córtices frontal superior esquerdo e orbitofrontal direito, provavelmente sugerindo o recrutamento adaptativo de novas regiões subjacentes a um melhor envelhecimento cognitivo. Os dados corroboram com a pesquisa de Jia et al., (2022) que mostrou que os superagers tinham conectividade funcional do prosencéfalo basal mais forte do que os AMV típicos. Esses achados indicam que o envelhecimento bem-sucedido está relacionado à resistência e resiliência às alterações relacionadas à doença de Alzheimer no sistema colinérgico.

Cha et al., (2022) investigaram o efeito do polimorfismo da COM na integridade da SB em idosos e encontraram melhor função cognitiva no domínio da atenção e função executiva no grupo de portadores metionina do polimorfismo COM. Os valores de difusão mostraram-se significativamente menores no núcleo caudado, hipocampo, tálamo e fascículo uncinado no grupo de portadores de metionina, cuja área engloba o Córtex Pré-Frontal ventrolateral, lobo temporal e estrutura subcortical. Foi suposto que o alelo COM metionina tem um efeito protetor na degeneração relacionada à idade, aumentando os níveis de dopamina.

Böttcher et al., (2022) avaliaram a associação entre a participação em atividade musical e indicadores de saúde cerebral e cognitiva em AMV e demonstraram que os participantes com atividade musical superaram os controles em habilidades cognitivas globais e multidomínio, mas não em aprendizado e memória. Eles também não diferiram significativamente dos controles em volume de SC nas regiões frontal, temporal e hipocampal de ordem superior. No entanto, ao contrário do esperado, Díaz et al., (2022) destacaram em suas pesquisas que o lazer e as atividades físicas não foram preditores do desempenho cognitivo. Eles descobriram que as atividades de lazer foram um preditor positivo significativo de  $\alpha_2$ , particularmente nas regiões posteriores. Além disso, as atividades físicas não foram um preditor de desempenho cognitivo ou eletroencefalograma em estado de repouso.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do estudo foi possível evidenciar que as alterações estruturais e funcionais cerebrais associadas ao envelhecimento desempenham um papel importante nos prejuízos da memória em pessoas idosas. Os achados sugeriram que as diferenças individuais no volume das estruturas dos estão criticamente relacionadas às redes específicas que estão envolvidas durante a codificação e recuperação corretas.

Foi evidenciado que a conectividade funcional do hipocampo para múltiplas regiões se correlaciona com o declínio cognitivo global em pessoas sem demência, sendo apontado que os grupos com adultos mais velho apresentaram maiores taxas de atrofia no córtex e hipocampo, com tendência de declínio nos valores de número de voxels do trato mesolímbico nos grupos com maiores faixas etárias, evidenciando que o trabalho longitudinal aponta para o início dessas mudanças por volta da meia-idade.

As relações que foram observadas sublinham a importância dessas estruturas para a memória no envelhecimento e fornecem informações sobre como o cérebro pode compensar funcionalmente os declínios estruturais ao longo da vida. Os achados são promissores para sugerir que a participação ao longo prazo em atividades que garantam a promoção de idosos bem-sucedidos, como por exemplo as atividades musicais citadas, como uma atividade de lazer acessível, podem estar associadas a uma maior saúde cerebral e cognitiva na terceira idade.

É necessário pontuar que os estudos listados examinaram um conjunto de volumes subcorticais e corticais, e embora desses estudos selecionados tenham capturado as partes relevantes e sensíveis ao envelhecimento do cérebro, não se pode descartar que as análises de outras regiões ou regiões adicionais, possivelmente com uma cobertura de alta dimensão do cérebro inteiro, produziriam resultados mais amplos, podendo levar até mesmo a resultados diferentes em relação à magnitude das mudanças de idade e cognição, pois foi possível perceber que ainda não está claro o mecanismo exato do sistema colinérgico na reserva de memória. Estudos futuros serão necessários para replicar esses achados e abordar várias limitações.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, D. C.; AVELAR, K. E. S.; FRIEDE, R. Neuroanatomia e Comunicação. **Lex Cult Revista do CCJF**, v. 3, n. 2, p. 182-198, 2019.
- AVERSI-FERREIRA, T. A.; RODRIGUES, H. G.; PAIVA, L. R. Efeitos do envelhecimento sobre o encéfalo. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 5, n. 2, 2008.
- BALTES, P. B.; SMITH, J. Novas fronteiras para o futuro do envelhecimento: a velhice bem-sucedida do idoso jovem aos dilemas da quarta idade. **A Terceira Idade**, online, [S.l.], n. 17, v. 36, p. 7-31, 2006. Disponível em: [https://www.sescsp.org.br/files/educacao\\_revista/4ed8a079-074e-4baf-8f72-6770562f0853.pdf](https://www.sescsp.org.br/files/educacao_revista/4ed8a079-074e-4baf-8f72-6770562f0853.pdf). Acesso em: 08 de jun. 2021.
- BARROS, A. V. V. *et al.* A Visualização e Estudo dos Núcleos da Base em Encéfalo Humano por Meio da Dissecção. **Comunicação Científica: análise de componentes independentes de grupo e Técnica de análise de componentes independentes de grupo em Medicina 2**, [S.L.], p. 19-23, 16 set. 2020. Atena Editora.
- BAUER, C. *et al.* Multi-compartmental diffusion magnetic resonance imaging models link tract-related characteristics with working memory performance in healthy older adults. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 14, 2022.
- BÖTTCHER, A. *et al.* Musical Activity During Life Is Associated With Multi-Domain Cognitive and Brain Benefits in Older Adults. **Frontiers in psychology**, v. 13, 2022.
- BRASIL, Presidência da República. **Lei nº 10.741, de 01 de outubro de 2003**. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.741.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.741.htm). Acesso em: 19 set. 2021.
- BRASIL, Assembleia Legislativa. Lei nº 8.842, de 4 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a política nacional do idoso, cria o Conselho Nacional do Idoso e dá outras providências. **Lei Nº 8.842, de 4 de Janeiro de 1994**. Brasília, DF, 05 jan. 1994. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18842.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18842.htm). Acesso em: 09 dez. 2022.
- CAMPOS, A. C. V.; FERREIRA, E. F.; VARGAS, A. M. Determinantes do envelhecimento ativo segundo a qualidade de vida e gênero. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 20, n. 7, p. 31-37, 2015 Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232015000702221&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232015000702221&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 08 de jun. 2021.
- CANCELA, D. M. G. O processo de envelhecimento. **Trabalho realizado no Estágio de Complemento ao Diploma de Licenciatura em Psicologia pela Universidade Lusíada do Porto**, v. 3, p. 1, 2007.
- CHA, E. *et al.* Correlations between COMT polymorphism and brain structure and cognition in elderly subjects: An observational study. **Medicine**, v. 101, n. 18, p. e29214, 2022.
- CHARCHAT, H.; MOREIRA, I. Memória e envelhecimento. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 7, n. 1, 2008.

CHEN, X. *et al.* Functional activation features of memory in successful agers across the adult lifespan. **Neuregiões de interesse pré-selecionadas**, v. 257, p. 119276, 2022.

CHINO, B. *et al.* Episodic memory dysfunction and hypersynchrony in brain functional networks in cognitively intact subjects and MCI: A study of 379 individuals. **GeroScience**, p. 1-13, 2022.

DALEY, E. *et al.* Characterization of doxycycline-loaded calcium phosphate cement: implications for treatment of aneurysmal bone cysts. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 29, n. 7, p. 1-6, 2018.

FANG, Y. *et al.* Association between inflammatory biomarkers and cognitive aging. **PLoS one**, v. 17, n. 9, p. e0274350, 2022.

FERNÁNDEZ, A. *et al.* Resting state electroencephalographic rhythms are affected by immediately preceding memory demands in cognitively unimpaired elderly and patients with mild cognitive impairment. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 14, 2022.

FERRAREZ, M. L. *et al.* Análise da Síndrome da fragilidade em idosos institucionalizados. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 6, p. 19633-19646, 2020.

DÍAZ, M. F. *et al.* Verbal intelligence and leisure activities are associated with cognitive performance and resting-state electroencephalogram. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 14, 2022.

FERREIRA, A. A. Produção científica análise de componentes independentes de grupo sobre idoso na PsycINFO (2003). In: WITTER, G. P. (Org.) **Envelhecimento: referenciais teóricos e pesquisas** Campinas: Alínea, 2006.

FLUETTI, M. T. *et al.* Síndrome da fragilidade em idosos institucionalizados. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 21, p. 60-69, 2018.

FOX, C.M. E.; ALDER, R. N. Mecanismos neurais do aprendizado e da memória. In H. Cohen (Ed.), **Neurociências para fisioterapeutas: Incluindo correlações clínicas**. 2ª edição. São Paulo: Manole, 2001.

GRASSL, E. B.; RODRIGUES, P. S. Simulação de Processos Neurais do Encéfalo Humano Baseada em Redes Complexas, **VII Simpósio de Iniciação Científica, Didática e análise de componentes independentes de grupo e de Ações Sociais da FEI**, 2017.

HAN, S. D. *et al.* Cognitive decline and hippocampal functional connectivity within older Black adults. **Human Brain Mapping**, 2022.

JIA, S. *et al.* The functional connectivity of basal forebrain is associated with superior memory performance in older adults: a case-control study. **BMC geriatrics**, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2022.

KUTCHAK, F. M. *et al.* A localização da lesão cerebral é determinante no tempo de permanência em ventilação mecânica?. **Revista HCPA. Porto Alegre**, 2011.

LEE, P. *et al.* Regional rather than global brain age mediates cognitive function in cerebral small vessel disease. **Brain communications**, v. 4, n. 5, p. conectividade funcionalac233, 2022.

LIMA, A. M. M. **Saúde e envelhecimento: o autocuidado como questão** São Paulo: EdUSP, 2003.

LIMA, D. R.; CAVALLET, M. Alterações na memória de trabalho visuoespacial associadas ao envelhecimento saudável. **Cad. de Pesq. Interdisc. em Psicologia: Fund. teóricos, históricos e epistemológicos do pensamento psicológico**. Registro, vol. 2, p. 112-124, ag. 2018.

LIMA, Letícia Dayane et al. A Importância da Disciplina de Neuroanatomia para o Curso De Psicologia e a Prática Profissional do Psicólogo. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-ALAGOAS**, v. 5, n. 1, p. 115, 2018.

LÓPEZ, B. V. *et al.* Cognitive reserve, neurocognitive performance, and high-order resting-state networks in cognitively unimpaired aging. **Neurobiology of Aging**, 2022.

MACEDO, C.; GAZZOLA, J. M.; NAJAS, M. Síndrome da fragilidade no idoso: importância da fisioterapia. **Arquivos brasileiros de ciências da saúde**, v. 33, n. 3, 2008.

MAGALHÃES, D. S. *et al.* Memória de longo prazo em idosos. **Anais da Mostra Acadêmica-análise de componentes independentes de grupo do Curso de Fisioterapia**, v. 7, n. 2, p. 146-151, 2019.

MANZALI, S. B. *et al.* Alzheimer's Disease Polygenic Risk Score Is Not Associated With Cognitive Decline Among Older Adults With Type 2 Diabetes. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 14, p. 853695-853695, 2022.

MAPURUNGA, L. A.; CARVALHO, E. B. E. B. A Memória de Longo Prazo e a Análise Sobre sua Função no Processo de Aprendizagem. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 19, n. 1, p. 66-72, 2018.

MARCHIORI, N. M.; CARNEIRO, R. W. Metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem de anatomia e neuradultos mais velhosanatomia. **Revista Faculdades do Saber**, v. 3, n. 05, 2018.

MARTIN, J. H. **Neuroanatomia: Texto e Atlas**. AMGH Editora, 2014.

MARTIN, S. *et al.* Age-related reorganization of functional network architecture in semantic cognition. **Cerebral Cortex**, 2022.

MEIRELES, L. C. F.; SIQUEIRA, I. R. **Modificações epigenéticas hipocampais em histonas induzidas pelo envelhecimento e por diferentes modalidades de exercício físico: impacto sobre a memória aversiva**. 63 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fisiologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Fisiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/180214>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MENEZES, C. T. G.; SILVA JUNIOR, E. X.; CERQUEIRA, G. S. Percepção de discentes frente ao uso de roteiros de estudo em aulas práticas de neuroanatomia em idosos. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 14, n. 4, p. 2244-2259, 2019.

MORANDO, E. M. G.; SCHMITT, J. C.; FERREIRA, M. E. C. Treino de memória em idosos saudáveis: uma revisão da literatura. **International Journal of Developmental and Educational Psychology**, v. 4, n. 1, 2018.

NUNES, Maria Vânia Silva. Envelhecimento cerebral, na perspectiva das neurociências cognitivas do envelhecimento. **Povos e Culturas**, n. 18, p. 77-87, 2014.

NYBERG, L. *et al.* Individual differences in brain aging: heterogeneity in cortico-hippocampal but not caudate atrophy rates. **Cerebral Cortex**, 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Envelhecimento ativo: uma políanalise de componentes independentes de grupo de saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde, 2018.

SANTOS, P. P. *et al.* Efeito agudo da fisioterapia durante hemodiálise em pacientes internados no hospital universitário de canadultos mais velhoss: um ensaio clínico randomizado cruzado. **Aletheia**, v. 53, n. 1, 2020.

SCHULTHEISZ, T. S. V.; SERAFIM, A. P. **Oficinas de Memória como recurso protetivo no processo de envelhecimento normal e sua repercussão na autoestima e qualidade de vida**. 2019. 92 f. Tese (Doutorado) - Curso de Psicologia da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Saúde, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2019. Disponível em: <http://tede.metodista.br/jspui/handle/tede/1900>. Acesso em: 18 jul. 2021.

SEO, J. P.; RYU, H. J. Aging of the mesolimbic tract in the human brain: A diffusion tensor imaging study. **Medicine**, v. 101, n. 41, p. e30924, 2022.

SILEMEK, A. C. H. *et al.* Topological reorganization of brain network might contribute to the resilience of cognitive functioning in mildly disabled relapsing remitting multiple sclerosis. **Journal of Neuroscience Research**, 2022.

SILVA, H. S.; GALHARDONI, R. **Envelhecimento bem-sucedido: trajetórias de um construto e novas fronteiras**. **Interface**, n. 12, v.2 7, p. 795-807, 2008. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22156896>. Acesso em: 05 de nov. de 2014.

SILVA, I. F. O. **Aspectos do envelhecimento cerebral e função cognitiva em modelo experimental animal e estudo de mecanismos de neurodegeneração em cultura celular**. 2007. 187 f. Tese (Doutorado) - Curso de Anatomia Patológica de componentes independentes de grupo e Medicina Legal, Departamento de Bioquímica de componentes independentes de grupo e Imunologia - Icb; Departamento de Anatomia Patológica de componentes independentes de grupo e Medicina Legal - Fac. Medicina Departamento de Psicologia - Fafich, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ECJS-73J> CONECTIVIDADE FUNCIONALY. Acesso em: 25 ago. 2022.

SIMÕES NETO, J. C. *et al.* Processos de plasticidades na aprendizagem do cérebro humano e sua relação com atividade física. **Revista MotriSaúde**, v. 1, n. 1, 2019.

SNYTTTE, J. *et al.* Volume of the posterior hippocampus mediates age-related differences in spatial context memory and is correlated with increased activity in lateral frontal, parietal and occipital regions in healthy aging. **Neuregiões de interesse pré-selecionadas**, v. 254, p. 119164, 2022.

SOUZA, C. F. M. *et al.* A doença de Parkinson e o processo de envelhecimento motor: uma revisão de literatura. **Revista Neurociências**, v. 19, n. 4, p. 718-723, 2011.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

SOUZA, P. G. *et al.* Técnica de análise de componentes independentes de grupo do mnemônico para memorização dos pares de nervos cranianos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 39916-39922, 2021.

TAO, Q. *et al.* Different loneliness types, cognitive function, and brain structure in midlife: Findings from the Framingham Heart Study. **EClinicalMedicine**, v. 53, p. 101643, 2022.

WEERASEKERA, A. *et al.* Predictive models demonstrate age-dependent association of subcortical volumes and cognitive measures. **Human Brain Mapping**, 2022.

YOSHIURA, K. *et al.* Brain structural alterations and clinical features of cognitive frailty in Japanese community-dwelling older adults: the Arao study (JPSC-AD). **Scientific reports**, v. 12, n. 1, p. 1-11, 2022.

YU, J. *et al.* Night blood pressure variability, brain atrophy, and cognitive decline. **Frontiers in neurology**, v. 13, 2022.

ZACHARIOU, V. *et al.* High cortical iron is associated with the disruption of white matter tracts supporting cognitive function in healthy older adults. **Cerebral Cortex**, 2022.

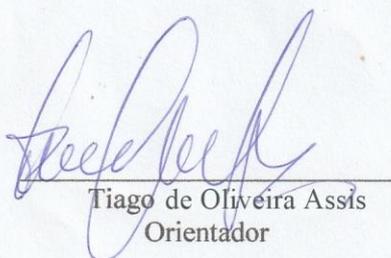
ZANIN, C. *et al.* Fisioterapia na síndrome da fragilidade em idosos. **Ciência em Movimento**, v. 19, n. 38, p. 99-110, 2017.

# APÊNDICES

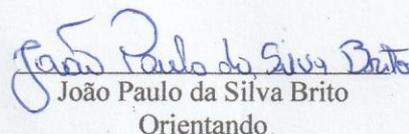
## APÊNDICE A - Termo de Compromisso dos Pesquisadores

**TERMO DE COMPROMISSO DOS PESQUISADORES**

Por este termo de responsabilidade, nós, abaixo-assinados, respectivamente, orientador e orientando da pesquisa intitulada “**ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS DO ENVELHECIMENTO ENCEFÁLICO NA MEMÓRIA: UM ESTUDO DE REVISÃO INTEGRATIVA**” assumimos cumprir fielmente os critérios das pesquisas envolvendo apenas dados de domínio público ou pesquisas de revisão que não identifiquem os participantes da pesquisa, sem envolvimento direto de seres humanos, não necessitando, assim, a aprovação por parte do Sistema CEP-CONEP, estando assegurado os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos dados da pesquisa e ao Estado.



Tiago de Oliveira Assis  
Orientador



João Paulo da Silva Brito  
Orientando

Campina Grande/PB, Segunda-feira, 06 de março de 2023.