

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Estimulação Cognitiva em Idosos com Apoio de Tecnologias: Um Levantamento Teórico e de Aplicações Existentes

Jaqueline da Silva Amaral Lopes

JUIZ DE FORA
JANEIRO, 2026

Estimulação Cognitiva em Idosos com Apoio de Tecnologias: Um Levantamento Teórico e de Aplicações Existentes

JAQUELINE DA SILVA AMARAL LOPES

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciências da Computação
Bacharelado em Sistema de Informação

Orientador: Luciana Conceição Dias Campos

JUIZ DE FORA
JANEIRO, 2026

ESTIMULAÇÃO COGNITIVA EM IDOSOS COM APOIO DE TECNOLOGIAS: UM LEVANTAMENTO TEÓRICO E DE APLICAÇÕES EXISTENTES

Jaqueleine da Silva Amaral Lopes

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS
EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTE-
GRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO.

Aprovada por:

Luciana Conceição Dias Campos
Doutora em Engenharia Elétrica (PUC-Rio)

Bárbara de Melo Quintela
Doutora em Modelagem Computacional (UFJF)

Igor de Oliveira Knop
Doutor em Modelagem Computacional (UFJF)

JUIZ DE FORA
21 DE JANEIRO, 2026

Resumo

Com o envelhecimento populacional, o declínio cognitivo emerge como um desafio significativo para a qualidade de vida dos idosos. Este estudo apresenta uma revisão da literatura sobre o uso de tecnologias digitais para manutenção e estimulação cognitiva nessa população. Seguindo as diretrizes PRISMA, a metodologia abrange buscas nas bases de dados *PubMed*, *Scopus* e *Web of Science*, analisando estudos publicados entre 2020 e 2025 que avaliam aplicativos gamificados, jogos sérios e outras tecnologias digitais voltadas para estimulação cognitiva. A partir da síntese dos estudos incluídos, a pesquisa busca identificar quais tecnologias têm sido desenvolvidas, quais funções cognitivas são abordadas, quais resultados de eficácia são reportados e quais desafios persistem. Os resultados indicam que a maioria das intervenções digitais apresenta efeitos positivos na manutenção ou melhora de funções cognitivas, especialmente memória, atenção e funções executivas, sendo que intervenções mais longas e com algoritmos adaptativos tendem a produzir resultados mais consistentes. Contudo, observam-se limitações metodológicas recorrentes, como amostras reduzidas e curto período de acompanhamento, evidenciando lacunas que demandam investigações futuras e o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais robustas voltadas ao envelhecimento cognitivo saudável.

Palavras-chave: Revisão sistemática, idosos, declínio cognitivo, estimulação cognitiva, tecnologias digitais

Abstract

With population aging, cognitive decline emerges as a significant challenge to the quality of life of older adults. This study presents a literature review on the use of digital technologies for cognitive maintenance and stimulation in this population. Following the PRISMA guidelines, the methodology encompasses searches in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases, analyzing studies published between 2020 and 2025 that evaluate gamified applications, serious games, and other digital technologies aimed at cognitive stimulation. From the synthesis of the included studies, the research seeks to identify which technologies have been developed, which cognitive functions are addressed, which effectiveness results are reported, and which challenges persist. The results indicate that most digital interventions have positive effects on maintaining or improving cognitive functions, especially memory, attention, and executive functions, with longer interventions and adaptive algorithms tending to produce more consistent results. However, recurring methodological limitations are observed, such as small sample sizes and short follow-up periods, highlighting gaps that require future investigations and the development of more robust technological solutions aimed at healthy cognitive aging.

Keywords: Elderly, cognitive decline, cognitive stimulation, digital technologies, systematic review.

Conteúdo

Lista de Figuras	6
Lista de Tabelas	7
Lista de Abreviações	8
1 Introdução	9
1.1 Contexto e relevância	9
1.2 Problema de pesquisa	10
1.3 Justificativa	10
1.4 Objetivos	11
1.5 Organização do trabalho	11
2 Fundamentação teórica	12
2.1 Cognição e declínio cognitivo	12
2.2 Estimulação cognitiva	13
2.3 Tecnologias digitais para estimulação cognitiva em idosos	13
2.4 Instrumentos de avaliação cognitiva	14
3 Revisão sistemática	15
3.1 PICO(t)	15
3.2 Perguntas de pesquisa	16
3.3 Palavras-chave e estratégias de busca	16
3.4 Critérios de elegibilidade	17
3.4.1 Critérios de inclusão	17
3.4.2 Critérios de exclusão	18
3.5 Processo de seleção dos estudos	18
3.5.1 Identificação	19
3.5.2 Triagem	19
3.5.3 Elegibilidade	19
3.5.4 Inclusão	19
3.6 Análise dos termos frequentes	20
3.7 Extração de dados	21
3.8 Estudos selecionados	22
3.8.1 ADL+: A Digital Toolkit for Multidomain Cognitive, Physical, and Nutritional Interventions to Prevent Cognitive Decline in Community-Dwelling Older Adults	22
3.8.2 Assessment of cognitive games to improve the quality of life of Parkinson's and Alzheimer's patients	23
3.8.3 Development and Effectiveness of an AI Chatbot Based Mobile Cognitive Screening and Customized Training Application for Preventing Dementia: Older Adults Living in Rural Areas of South Korea	24
3.8.4 Development and Evaluation of a Computer Game Combining Physical and Cognitive Activities for the Elderly	24

3.8.5	Development and Evaluation of an Artificial Intelligence-Based Cognitive Exercise Game: A Pilot Study	25
3.8.6	Development of an Evidence-Based Cognitive Training Application for Elderly Individuals with Cognitive Dysfunction	25
3.8.7	Effects of smartphone application-based cognitive training at home on cognition in community-dwelling non-demented elderly individuals: A randomized controlled trial	26
3.8.8	Efficacy of a Web App for Cognitive Training (MeMo) Regarding Cognitive and Behavioral Performance in People With Neurocognitive Disorders: Randomized Controlled Trial	26
3.8.9	EMOGAME: Digital Games Therapy for Older Adults	27
3.8.10	KEDUSIA-RSM: un modelo de enfermería basado en Android para la prevención de la demencia y una mejor función cognitiva en adultos mayores	27
3.8.11	Multisensory training based on an APP for enhanced verbal working memory in older adults	28
3.8.12	Randomized Controlled Trial on the Effects of a Combined Intervention of Computerized Cognitive Training Preceded by Physical Exercise for Improving Frailty Status and Cognitive Function in Older Adults	28
3.8.13	Study on Adjuvant Medication for Patients with Mild Cognitive Impairment Based on VR Technology and Health Education	29
3.8.14	Virtual Reality Gaming and Its Impact and Effectiveness in Improving Eye-Hand Coordination and Attention Concentration in the Oldest-Old Population	29
3.9	Considerações sobre a ausência de estudos brasileiros	30
4	Resultados	32
4.1	Características gerais	32
4.2	Desenho e características metodológicas	33
4.3	Características das populações	33
4.3.1	Perfil demográfico	34
4.3.2	Perfil cognitivo e clínico	35
4.3.3	Critérios de avaliação cognitiva	36
4.3.4	Aspectos socioculturais e tecnológicos	36
4.4	Tecnologias digitais identificadas	37
4.5	Disponibilidade e acesso às tecnologias identificadas	39
4.6	Funções cognitivas identificadas	39
4.7	Eficácia das intervenções	40
4.7.1	Resultados positivos das intervenções	41
4.7.2	Resultados dependentes da adesão e do perfil dos participantes	42
4.7.3	Manutenção dos ganhos ao longo do tempo	43
4.8	Design e acessibilidade	43
4.8.1	Interfaces	44
4.8.2	Acessibilidade e segurança	45
4.8.3	Engajamento e aderência	45
4.9	Limitações e desafios	45
5	Discussão	47
5.1	Panorama geral	47

5.2	Eficácia das intervenções digitais na estimulação cognitiva	47
5.3	Influência do perfil dos participantes e do desenho metodológico	48
5.4	Discrepância geográfica e relação com o contexto brasileiro	49
5.4.1	A Barreira da escolaridade	49
5.4.2	Adaptação cultural do conteúdo	49
5.4.3	Acesso ao hardware e conectividade	50
5.5	Design, acessibilidade e engajamento	50
5.6	Síntese dos resultados como recomendação para desenvolvimentos futuros .	50
6	Considerações finais	52
	Bibliografia	55

Lista de Figuras

3.1	Fluxograma PRISMA.	20
3.2	Nuvem de palavras dos termos mais frequentes nos estudos selecionados. . .	21
4.1	Distribuição dos estudos por ano de publicação.	32
4.2	Funções cognitiva identificadas.	41
4.3	Estratégias de design e acessibilidade identificadas	44
5.1	Recomendações para o desenvolvimento de tecnologias de estimulação cognitiva.	51
6.1	Interface do aplicativo Sami-rang. Adaptado de Yun et al. (2024).	53

Lista de Tabelas

3.1	Modelo PICO(t)	15
3.2	Relação dos estudos e suas respectivas referências.	31
4.1	Características metodológicas dos estudos.	34
4.2	Características demográficas e cognitivas das populações.	35
4.3	Características das tecnologias de intervenção	38
4.4	Disponibilidade e acesso às tecnologias digitais identificadas.	40
4.5	Síntese das limitações e desafios identificados nos estudos incluídos.	46

Lista de Abreviações

CCL	Comprometimento Cognitivo Leve
CDR	<i>Clinical Dementia Rating</i>
DCC	Departamento de Ciência da Computação
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EC	Estimulação Cognitiva
ECR	Ensaio Clínico Randomizado
IA	Inteligência Artificial
MEEM	Mini-Exame do Estado Mental
MoCA	<i>Montreal Cognitive Assessment</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
RPG	<i>Role-Playing Game</i>
RV	Realidade Virtual
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

1 Introdução

O envelhecimento populacional constitui um dos fenômenos demográficos mais significativos do século XXI. Esse fenômeno é parte de um processo conhecido como transição demográfica, caracterizado pelo envelhecimento da população, queda nas taxas de fecundidade e aumento da expectativa de vida (KALACHE; VERAS; RAMOS, 1987).

No Brasil, segundo o censo de 2022 realizado pelo IBGE (2024), aproximadamente 15,8% da população é composta por idosos, representando um aumento de 56% em relação ao censo de 2010.

Essa mudança demográfica evidencia a necessidade de refletir sobre as condições de vida e as demandas dessa população, principalmente no que se refere aos impactos físicos, sociais e mentais decorrentes do processo de envelhecimento. Nesse contexto, as tecnologias digitais surgem como apoio para uma melhor qualidade de vida e para o envelhecimento ativo.

1.1 Contexto e relevância

O envelhecimento, embora seja um processo individual e heterogêneo, compartilha características comuns que impactam a saúde e o bem-estar dos idosos (KAUFMAN; SAUVÉ; IRELAND, 2020). Entre os aspectos mais desafiadores, destaca-se o declínio cognitivo, que pode comprometer significativamente a independência funcional, afetando atividades cotidianas, interações sociais e comunicação (BASILE et al., 2021; SOARES; COELHO; CARVALHO, 2012).

A literatura aponta que fatores biológicos, hábitos de vida e condições ambientais influenciam diretamente a trajetória do envelhecimento cognitivo (GOMES et al., 2020), tornando essencial o desenvolvimento de intervenções preventivas acessíveis.

1.2 Problema de pesquisa

Apesar do reconhecido potencial das tecnologias digitais para estimulação cognitiva (TSAI JEANIE BEH, 2024), ainda há uma lacuna no conhecimento sistematizado sobre quais tipos de tecnologias têm sido desenvolvidas, quais funções cognitivas elas abordam e qual sua efetividade real na manutenção ou melhora das capacidades cognitivas em idosos (CANAPA, 2025).

Diante desse cenário, faz-se necessária uma revisão sistemática que consolide as evidências disponíveis, identifique padrões e lacunas para direcionar futuras pesquisas e desenvolvimentos na área.

1.3 Justificativa

Considerando os impactos significativos do declínio cognitivo na vida dos idosos, é essencial identificar intervenções eficazes, acessíveis e de baixo custo para mitigar seus efeitos. Embora as abordagens tradicionais de estimulação cognitiva desempenhem papel relevante, elas ainda apresentam limitações relacionadas à acessibilidade, adesão e personalização.

As tecnologias digitais (aplicativos móveis, jogos eletrônicos, plataformas gamificadas e ambientes de realidade virtual) emergem como alternativas promissoras. Tais ferramentas podem oferecer experiências interativas e motivadoras para a estimulação das funções cognitivas, desde que sejam projetadas com recursos intuitivos e adaptados às características desse público (DANIELE; ASCOLESE, 2016).

Do ponto de vista da área de Sistemas de Informação, compreender como essas tecnologias são projetadas, avaliadas e aplicadas permite subsidiar o desenvolvimento de sistemas digitais mais eficazes, acessíveis e centrados no usuário idoso, contribuindo para soluções tecnológicas alinhadas às necessidades reais dessa população.

1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma revisão sistemática sobre o uso de tecnologias digitais voltadas à manutenção e estimulação cognitiva em idosos, identificando as principais abordagens, resultados e características relatadas nos estudos selecionados.

Os objetivos específicos deste trabalho incluem:

- Identificar os tipos de tecnologias digitais que têm sido desenvolvidas para estimulação cognitiva em idosos;
- Mapear as funções cognitivas abordadas por essas tecnologias;
- Analisar os principais resultados reportados quanto à eficácia dessas intervenções na manutenção cognitiva, melhora ou desaceleração do declínio;
- Reconhecer as características de design e acessibilidade consideradas no desenvolvimento dessas tecnologias para o público idoso;
- Identificar as principais limitações e desafios no desenvolvimento e aplicação dessas tecnologias.

1.5 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, contextualizando o tema e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 aborda o referencial teórico que fundamenta o estudo. No Capítulo 3, descrevem-se os procedimentos metodológicos adotados, incluindo as etapas da revisão sistemática. O Capítulo 4 apresenta e organiza os resultados obtidos a partir dos estudos selecionados. Por fim, o Capítulo 5 que discute os principais achados e suas implicações para o desenvolvimento de futuras soluções tecnológicas voltadas à promoção do envelhecimento cognitivo saudável e o Capítulo 6 com as Considerações finais.

2 Fundamentação teórica

Para o adequado entendimento deste estudo, apresentam-se a seguir os conceitos fundamentais que embasam a pesquisa para a compreensão dos métodos adotados e dos resultados obtidos.

2.1 Cognição e declínio cognitivo

A cognição refere-se ao processo mental de adquirir conhecimento e compreensão, envolvendo funções como atenção, memória, linguagem, tomada de decisão, planejamento e percepção (National Center for Biotechnology Information, 2023; Cambridge Cognition, 2023). Já o declínio cognitivo refere-se à deterioração dessas habilidades, afetando a aprendizagem, a memória e o comportamento, podendo ainda comprometer o desempenho nas atividades da vida diária (BASILE et al., 2021).

Embora possa ocorrer em diferentes momentos da vida, o declínio cognitivo tem a idade como principal fator de risco (National Center for Biotechnology Information, 2023). Um levantamento realizado em 2021 identificou que cerca de 57 milhões de pessoas no mundo vivem com demência, com quase 10 milhões de novos casos registrados por ano (World Health Organization, 2023).

O declínio cognitivo pode manifestar-se em três níveis diferentes:

- Envelhecimento normal: ocorrem mudanças sutis em tarefas que exigem processamento rápido de informações e memória de trabalho, sem comprometer a independência (HARADA; LOVE; TRIEBEL, 2013)
- Comprometimento Cognitivo Leve (CCL): estágio intermediário no qual o comprometimento é maior que o esperado para a idade, mas a independência é mantida (YAFFE et al., 2006)
- Demência: representa deterioração cognitiva grave com perda de independência, sendo a doença de Alzheimer sua forma mais comum (National Center for Biotechnology Information, 2023)

nology Information, 2023; World Health Organization, 2023).

2.2 Estimulação cognitiva

A estimulação cognitiva (EC) consiste em exercício mental envolvendo atividades destinadas a estimular o pensamento e a memória, incluindo discussões, jogos de palavras, quebra-cabeças e atividades criativas (WOODS et al., 2023). Essas intervenções são utilizadas para prevenir, promover e reabilitar funções cognitivas, além de promover socialização entre idosos (SOUSA et al., 2024).

Estudos recentes demonstram impacto benéfico significativo na cognição global, linguagem, memória de trabalho e qualidade de vida em pessoas com demência leve a moderada (DESAI et al., 2024). Em idosos saudáveis e com CCL, revisões sistemáticas apontam efeitos pequenos a moderados, especialmente na velocidade de processamento e memória de trabalho (VELLOSO et al., 2025). A manutenção dos efeitos é mais comumente reportada quando há pelo menos 10 sessões de treinamento adaptativo (VELLOSO et al., 2025), embora ainda não haja evidências suficientes sobre transferência para atividades da vida diária (Bitbrain, 2024).

Evidências indicam que hábitos de vida saudáveis e intervenções de estimulação cognitiva podem reduzir o ritmo do declínio cognitivo (HARADA; LOVE; TRIEBEL, 2013; World Health Organization, 2019), fundamentando a importância de estratégias preventivas.

2.3 Tecnologias digitais para estimulação cognitiva em idosos

As tecnologias digitais (jogos de treinamento cerebral em aplicativos e plataformas online) apresentam grande potencial para prolongar a vida independente, melhorar a saúde mental e física e facilitar a comunicação (YAP; TAN; CHOON, 2022; PURDY, 2021). Essas ferramentas oferecem formatos interativos e personalizáveis para a estimulação das funções cognitivas. A pandemia de COVID-19 impulsionou a adaptação dessas atividades para o

formato remoto (SOUZA et al., 2024).

Apesar dos benefícios, os idosos são mais lentos em adotar tecnologias (YAP; TAN; CHOON, 2022). As barreiras incluem limitações físicas (capacidades reduzidas, doenças crônicas), mentais (medos de erros e ameaças à segurança), educacionais (baixa alfabetização digital) e financeiras (custos de aquisição e manutenção) (KOLARčIK et al., 2020). Compreender esses fatores é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias acessíveis que permitam aos idosos se beneficiarem das intervenções digitais para promoção da saúde cognitiva.

2.4 Instrumentos de avaliação cognitiva

A caracterização do perfil cognitivo em estudos com idosos utiliza instrumentos padronizados de rastreio para identificar alterações e definir a elegibilidade dos participantes.

O Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) é um dos instrumentos mais utilizados para avaliação global da função cognitiva (LOURENÇO; VERAS, 2006). O teste avalia domínios como orientação, memória, atenção, linguagem e habilidade construtiva visual (ALMEIDA, 1998). Seu uso é frequente tanto em contextos clínicos quanto em pesquisas para detectar comprometimento cognitivo e acompanhar a progressão de quadros demenciais (LOURENÇO; VERAS, 2006).

O *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), segundo Freitas et al. (2010), trata-se de um instrumento de aplicação breve, desenvolvido com o objetivo de aumentar a sensibilidade para a detecção do CCL e da Doença de Alzheimer. Em comparação com o MEEM, ele avalia mais funções cognitivas e apresenta itens com maior nível de complexidade.

Conforme apresentado por Montaño e Ramos (2005), o *Clinical Dementia Rating* (CDR) é um instrumento que contempla seis domínios cognitivo-funcionais e permite a classificação da gravidade da demência. O CDR é frequentemente empregado como critério de elegibilidade em intervenções digitais, com destaque para os escores entre 0,5 e 1,0, que delimitam, respectivamente, o público com comprometimento cognitivo leve e demência em estágio inicial (CHAE; KIM; LEE, 2025; YUN et al., 2024; JANG; YEO et al., 2021).

3 Revisão sistemática

Este capítulo descreve o processo de condução da revisão sistemática da literatura realizada neste estudo, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar evidências sobre o uso de tecnologias digitais voltadas à estimulação cognitiva em idosos. São apresentados o modelo utilizado para a formulação das perguntas de pesquisa, as estratégias de busca, os critérios de elegibilidade, o processo de seleção dos estudos e os procedimentos de extração de dados, seguindo diretrizes metodológicas reconhecidas para garantir rigor, transparência e reproduzibilidade.

3.1 PICO(t)

Para conduzir esta revisão sistemática, utilizou-se o modelo PICO(t) na formulação da pergunta de pesquisa, estruturando os principais elementos a serem investigados. Esse modelo permitiu definir com clareza: a população (P), a intervenção analisada (I), o grupo de comparação (C), os desfechos esperados (O) e a duração do estudo (t). A Tabela 3.1 apresenta a estrutura do modelo PICO(t) utilizada nesta pesquisa.

Tabela 3.1: Modelo PICO(t)

P	Idosos (≥ 60 anos) com ou sem comprometimento cognitivo
I	Tecnologias digitais desenvolvidas para estimulação e manutenção cognitiva
C	Grupo controle (sem intervenção), intervenções cognitivas tradicionais não-digitais, ou sem grupo comparador
O	Manutenção cognitiva, melhora ou desaceleração do declínio cognitivo
t	Sem restrição de tempo

Com base no modelo PICO(t) apresentado, optou-se por não estabelecer uma duração específica de intervenção (t), permitindo a inclusão de estudos com diferentes períodos de aplicação. Essa escolha possibilita uma análise mais abrangente dos efeitos de intervenções de curta e longa duração.

3.2 Perguntas de pesquisa

A partir da definição do modelo PICO(t), foram formuladas cinco perguntas de pesquisa para orientar a investigação e estruturar a análise dos estudos selecionados. Essas perguntas permitiram explorar diferentes dimensões das tecnologias digitais aplicadas à estimulação cognitiva em idosos.

As perguntas de pesquisa deste trabalho são:

- **QP1:** Quais tecnologias digitais têm sido desenvolvidas para estimulação cognitiva em idosos?
- **QP2:** Quais funções cognitivas são abordadas por essas tecnologias?
- **QP3:** Quais são os principais resultados reportados quanto à eficácia dessas intervenções na manutenção cognitiva, melhora ou desaceleração do declínio?
- **QP4:** Quais características de design e acessibilidade são consideradas no desenvolvimento dessas tecnologias para o público idoso?
- **QP5:** Quais são as limitações e os desafios identificados no desenvolvimento e aplicação dessas tecnologias?

Para responder a essas perguntas, foi necessário estabelecer uma estratégia sistemática de busca na literatura, conforme descrito a seguir.

3.3 Palavras-chave e estratégias de busca

A definição das palavras-chave e das estratégias de busca é fundamental em uma revisão sistemática, pois influencia diretamente os resultados recuperados das bases de dados. Para garantir a identificação de artigos relevantes, foi utilizada uma combinação estratégica de termos relacionados ao tema, com a aplicação de filtros específicos.

A estratégia de busca foi construída a partir dos seguintes termos: *elderly, cognitive, digital games, applications e gamified applications*. Combinando as palavras-chave com operadores booleanos, a string de busca utilizada foi:

“cognitive” AND “elderly” AND (“digital games” OR “applications” OR “gamified applications”)

As buscas foram realizadas nas bases *PubMed*, *Web of Science* e *Scopus*, utilizando os seguintes critérios:

- **Filtro temporal:** foram selecionados apenas estudos publicados entre 2020 e 2025, garantindo que as evidências analisadas sejam recentes e refletem os avanços da área.
- **Filtro de tipo de publicação:** nas bases que permitiam essa seleção, foi aplicado o filtro para considerar apenas artigos científicos, excluindo outros tipos de documentos.
- **Filtro de idioma:** foram selecionados apenas artigos em inglês, português e espanhol.
- **Filtro de acesso:** foram considerados apenas artigos de acesso aberto.

3.4 Critérios de elegibilidade

Para garantir a seleção de estudos relevantes e alinhados aos objetivos desta revisão, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão com base no modelo PICO(t) apresentado anteriormente.

3.4.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos estudos que atenderam simultaneamente aos seguintes critérios:

1. Participantes idosos com idade igual ou superior a 60 anos, com ou sem compromimento cognitivo;
2. Intervenções baseadas em tecnologias digitais (aplicativos, jogos digitais, realidade virtual, plataformas web, entre outras) desenvolvidas especificamente para estimulação ou manutenção cognitiva;
3. Estudos que avaliaram desfechos relacionados à cognição, incluindo manutenção cognitiva, melhora de funções cognitivas ou desaceleração do declínio cognitivo;

4. Estudos primários, caracterizados pela coleta original de dados pelos autores (por exemplo, ensaios clínicos, estudos observacionais, experimentais ou de desenvolvimento/avaliação de tecnologia).

3.4.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos estudos que apresentaram uma ou mais das seguintes características:

1. Estudos que não especificaram claramente a faixa etária dos participantes ou que incluíram predominantemente participantes com idade inferior a 60 anos;
2. Intervenções cognitivas não digitais ou que não utilizaram tecnologias como intervenção central;
3. Estudos que não avaliaram desfechos cognitivos ou que focaram exclusivamente em outros desfechos (como qualidade de vida, sem medidas cognitivas);
4. Revisões de literatura, meta-análises, editoriais, cartas ao editor, resumos de conferências, teses e dissertações;
5. Estudos duplicados entre as bases de dados;
6. Artigos cujo texto completo não estava disponível gratuitamente.

3.5 Processo de seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos foi conduzido seguindo as diretrizes do protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (PAGE et al., 2021), amplamente reconhecido por estabelecer padrões para o planejamento, condução e relato de revisões sistemáticas. O PRISMA fornece uma estrutura que garante transparência e reproduzibilidade do processo.

A seleção dos estudos ocorreu em quatro etapas sequenciais: identificação nas bases de dados, triagem baseada nos títulos e resumos, avaliação de elegibilidade por meio da leitura na íntegra e inclusão final dos estudos.

3.5.1 Identificação

Na etapa de identificação, foram realizadas buscas nas bases de dados *PubMed*, *Web of Science* e *Scopus*, utilizando a string de busca e os filtros descritos na Seção 3.3. Todos os registros recuperados ($n = 542$) foram exportados em formato **.ris** e importados na plataforma Rayyan (OUZZANI et al., 2016), uma ferramenta online para gerenciamento e triagem de estudos em revisões sistemáticas.

3.5.2 Triagem

A triagem ocorreu em duas fases. Na primeira, o Rayyan identificou automaticamente os registros duplicados ($n = 194$). Esses registros foram revisados manualmente para confirmação da duplicidade. Dentre eles, manteve-se uma versão de cada artigo ($n = 77$), resultando na exclusão de 117 registros. Na segunda fase, os artigos restantes ($n = 425$) foram analisados por meio da leitura dos títulos e resumos. Assim, foram excluídos 396 registros por não atenderem aos critérios de elegibilidade pré-definidos, e 29 artigos foram selecionados para avaliação na próxima etapa.

3.5.3 Elegibilidade

Os artigos que passaram pela triagem tiveram seus textos completos recuperados por meio do Portal de Periódicos CAPES (CAPES, 2025). Dos 29 artigos elegíveis, um não pôde ser recuperado devido ao acesso restrito, resultando em 28 artigos lidos na íntegra. Nesta etapa, realizou-se uma avaliação detalhada da adequação de cada estudo aos critérios de inclusão e exclusão, sendo excluídos 14 estudos que não atenderam aos critérios estabelecidos. As razões de exclusão foram devidamente documentadas no diagrama PRISMA apresentado na subseção 3.5.4.

3.5.4 Inclusão

Ao final do processo de seleção, 14 estudos que atenderam a todos os critérios de elegibilidade foram incluídos na revisão sistemática. A Figura 3.1 apresenta o fluxograma PRISMA com o detalhamento quantitativo de cada etapa do processo.

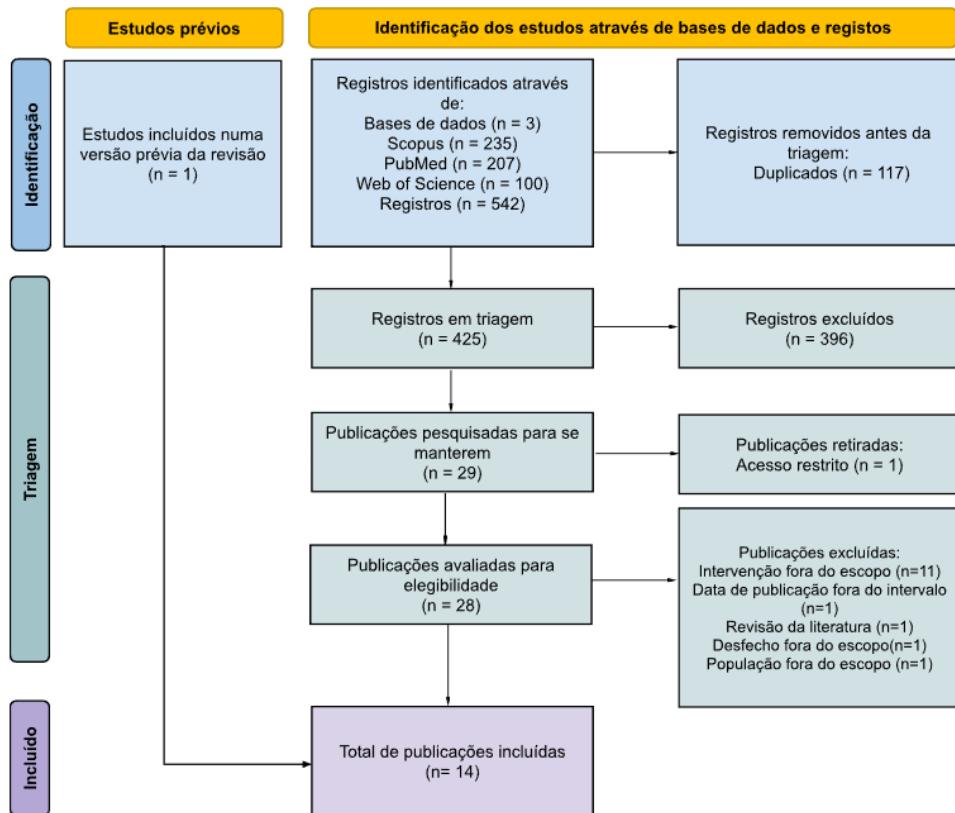


Figura 3.1: Fluxograma PRISMA.

3.6 Análise dos termos frequentes

Com o objetivo de verificar a coerência temática dos estudos incluídos nesta revisão sistemática, foi realizada uma análise dos termos mais frequentes presentes nos títulos, resumos e palavras-chave. A Figura 3.2 apresenta a nuvem de palavras construída a partir desses termos, na qual o tamanho das palavras representa sua frequência no conjunto analisado.

Para a construção desta nuvem, foi aplicada uma etapa de refinamento dos dados, que consistiu na exclusão de termos genéricos que não contribuíam para a compreensão temática do objeto de estudo.

Observa-se a predominância de termos como *cognitive*, *training* e *group*, indicando que a literatura selecionada concentra-se majoritariamente em intervenções de treinamento cognitivo em grupo. Entre os termos associados às funções cognitivas, destacam-se *memory* (memória) e *function* (função cognitiva geral), que reflete os principais domínios abordados pelas tecnologias analisadas. O termo *vwm* (memória de trabalho verbal) também está associado à função cognitiva, porém é mencionado em apenas um estudo.

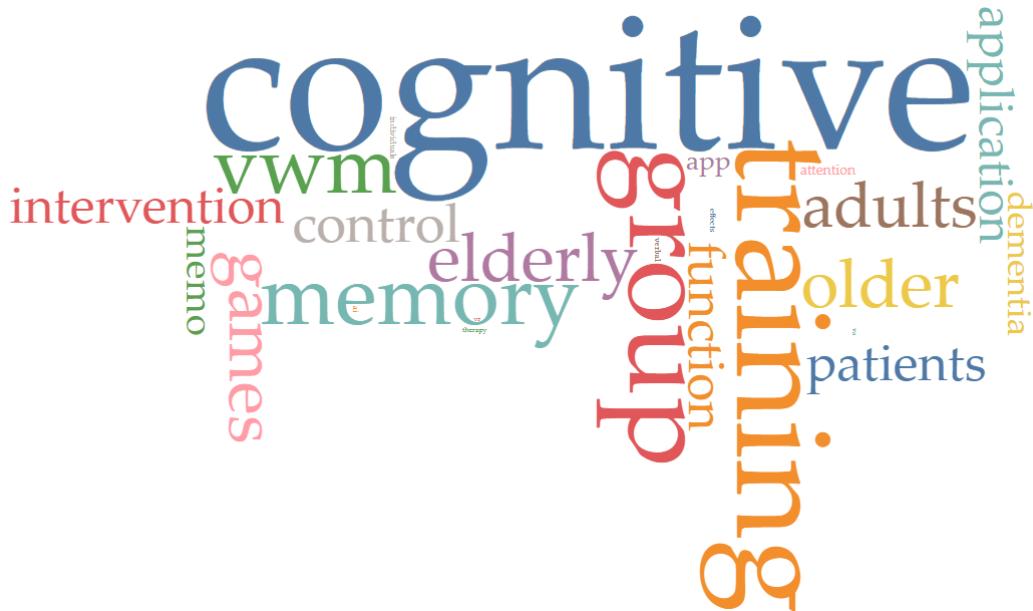


Figura 3.2: Nuvem de palavras dos termos mais frequentes nos estudos selecionados.

No que se refere às intervenções e aos recursos tecnológicos, são recorrentes os termos *games*, *intervention* e *application/app*, o que evidencia o foco em soluções digitais baseadas em aplicativos e jogos. Também se destacam termos relacionados ao público-alvo, como *elderly*, *older adults* e *patients*.

Essa análise reforça a adequação da estratégia de busca e dos critérios de elegibilidade adotados, ao evidenciar a consistência temática entre os objetivos da revisão e os conteúdos abordados nos estudos selecionados.

3.7 Extração de dados

Após a conclusão do processo de seleção, foi realizada a extração de dados relevantes para responder às perguntas de pesquisa estabelecidas. Os dados foram organizados em uma tabela estruturada na ferramenta *Notion* (Notion Labs, Inc., 2025) durante a leitura integral dos 14 estudos incluídos, facilitando a análise subsequente.

As seguintes informações foram extraídas de cada estudo incluído:

- **Identificação do estudo:** autores, ano de publicação, país e título;
- **Características metodológicas:** desenho do estudo, tamanho da amostra e duração da intervenção;

- **Características da população:** faixa etária, presença de comprometimento cognitivo e diagnósticos;
- **Características da intervenção:** tipo de tecnologia digital (aplicativo, jogo, realidade virtual, etc.), plataforma utilizada (*smartphone*, *tablet*, computador), frequência e duração das sessões;
- **Funções cognitivas abordadas:** domínios cognitivos trabalhados pela tecnologia (memória, atenção, função executiva, linguagem, etc.);
- **Desfechos avaliados:** instrumentos de avaliação cognitiva utilizados e principais resultados;
- **Características de design e usabilidade:** aspectos de interface, acessibilidade e considerações para o público idoso (quando reportados);
- **Limitações reportadas:** desafios e barreiras identificados pelos autores.

Ressalta-se que não foi realizada uma avaliação formal do risco de viés dos estudos incluídos. Essa decisão deve-se ao caráter exploratório da presente revisão. Tal aspecto é reconhecido como uma limitação metodológica do estudo.

3.8 Estudos selecionados

Esta seção apresenta uma síntese de cada um dos estudos incluídos na revisão e a Tabela 3.2 com a relação dos estudos e suas respectivas referências, a fim de facilitar a busca por mais detalhes sobre cada artigo.

3.8.1 ADL+: A Digital Toolkit for Multidomain Cognitive, Physical, and Nutritional Interventions to Prevent Cognitive Decline in Community-Dwelling Older Adults

O estudo avaliou a eficácia do ADL+, um toolkit digital multidomínio baseado em inteligência artificial, desenvolvido para prevenir o declínio cognitivo em idosos com quei-

xas subjetivas de memória. Durante seis meses, os participantes utilizaram uma plataforma que integrou quatro componentes: jogos mentais (desafios de memória e raciocínio), exercícios físicos (atividades interativas, como ping-pong digital, utilizando *kinect*), nutrição (monitoramento da dieta por fotos analisadas por IA) e um ambiente virtual onde o idoso realiza tarefas domésticas simuladas. Os resultados indicaram melhora significativa no desempenho cognitivo global, especialmente nos domínios de atenção, velocidade de processamento e memória, além da melhora na qualidade de vida em comparação ao grupo controle. O programa apresentou alta adesão, sugerindo que intervenções digitais multidomínio personalizadas representam uma estratégia promissora para a prevenção do declínio cognitivo em idosos.

3.8.2 Assessment of cognitive games to improve the quality of life of Parkinson's and Alzheimer's patients

Este estudo piloto investigou a viabilidade do uso de jogos cognitivos digitais como ferramenta de suporte ao cuidado de idosos diagnosticados com a doença de Alzheimer e/ou Parkinson, por meio da plataforma PROCare4Life. A plataforma já possuía módulos com sensores físicos e um portal para médicos. Este estudo concentrou-se no desenvolvimento e na integração de jogos cognitivos, métricas de avaliação e sistema de alertas. A pesquisa foi realizada em cinco países europeus e contou com a participação de 93 indivíduos, acompanhados ao longo de um período de três meses. A intervenção incluiu jogos voltados à memória, atenção, raciocínio, cálculo matemático e vocabulário. Os dados de desempenho (tempo de resposta e precisão) coletados, são analisados por modelos de aprendizado de máquina para estimar o estado cognitivo dos usuários. Um dos principais resultados apresentados pelos autores é a dificuldade em manter o engajamento contínuo do usuário. Além disso, não foram identificadas melhorias cognitivas estatisticamente significativas no curto período de intervenção.

3.8.3 Development and Effectiveness of an AI Chatbot Based Mobile Cognitive Screening and Customized Training Application for Preventing Dementia: Older Adults Living in Rural Areas of South Korea

O estudo avaliou o Saemi-rang, um aplicativo móvel que utiliza um *chatbot* e um modelo de aprendizado por reforço para recomendar currículos de treinamento personalizados, baseados em avaliações individuais realizadas via biomarcadores de fala. A pesquisa foi conduzida com 123 idosos em áreas rurais da Coreia do Sul, comparando um grupo de intervenção com um grupo de controle durante seis semanas. O aplicativo oferecia jogos cognitivos adaptativos e mensagens motivacionais, ajustando automaticamente o nível de dificuldade conforme o desempenho do usuário. Os resultados demonstraram melhora significativa da função cognitiva apenas no grupo intervenção, especialmente entre participantes com maior comprometimento inicial e maior frequência de uso.

3.8.4 Development and Evaluation of a Computer Game Combining Physical and Cognitive Activities for the Elderly

Este estudo desenvolveu e avaliou um jogo digital que combina estímulos físicos e cognitivos para idosos saudáveis. Trata-se de um jogo de ritmo, no qual o usuário pode interagir de duas formas diferentes: através de sensores de “tapa” posicionados nos joelhos e ombros ou utilizando o teclado. Participaram da intervenção 16 idosos, que realizaram sessões duas vezes por semana durante quatro semanas. Os resultados indicaram melhorias significativas na memória de curto prazo, atenção dividida, no controle inibitório e desempenho cognitivo global. Embora os participantes tenham relatado alta aceitação, facilidade de uso e motivação, não foram observadas melhorias significativas nas funções físicas, possivelmente devido à curta duração da intervenção ou à baixa intensidade do treinamento.

3.8.5 Development and Evaluation of an Artificial Intelligence-Based Cognitive Exercise Game: A Pilot Study

O estudo desenvolveu e avaliou um jogo sério baseado em IA, desenvolvido para *tablets*. O foco do estudo é apresentar um sistema que ajusta a dificuldade dos jogos de acordo com o desempenho do usuário, utilizando IA, com o objetivo de aumentar o engajamento e a eficácia médica. Trata-se de um estudo piloto com 37 idosos saudáveis, com idades entre 60 e 80 anos, acompanhados durante oito semanas. A intervenção incluiu seis tipos de exercícios focados em atenção, memória, lógica e tempo de resposta. Os resultados mostraram melhorias significativas na memória, na capacidade de cálculo e na velocidade de processamento, além da redução do tédio relatado pelos participantes. Observou-se alta satisfação com a interface lúdica, embora o tamanho reduzido da tela dos *tablets* tenha sido apontado como uma limitação para a precisão dos toques.

3.8.6 Development of an Evidence-Based Cognitive Training Application for Elderly Individuals with Cognitive Dysfunction

O estudo descreveu o desenvolvimento e a avaliação do Smart Brain, um aplicativo de treinamento cognitivo multimodal voltado a idosos com CCL ou demência. O *app* é composto por cinco módulos: treinamento cognitivo (com 44 jogos), gestão da saúde, suporte emocional, motivação e segurança (botão de chamada de emergência e monitoramento de quedas). A construção da intervenção foi fundamentada em uma revisão sistemática e em uma pesquisa de preferências com 100 participantes. Na etapa de avaliação, participaram 7 especialistas e 11 idosos. Os resultados indicaram alta aceitação. No design e usabilidade, o aplicativo destacou-se por uma interface intuitiva com letras grandes, pictogramas e cores vibrantes, além de um sistema de motivação baseado em listas de tarefas diárias e recompensas por “*tokens*”. Entre as limitações, foram relatadas dificuldades com a interface de toque, restrições de tempo nos jogos e baixa disposição para pagamento pelo serviço.

3.8.7 Effects of smartphone application-based cognitive training at home on cognition in community-dwelling non-demented elderly individuals: A randomized controlled trial

O estudo investigou os efeitos de um programa domiciliar de treinamento cognitivo baseado em aplicativo para *smartphone* em idosos sem demência que vivem na comunidade. O aplicativo utilizado no treinamento contempla 10 tarefas, que cobre seis domínios cognitivos diferentes. Foram recrutados 387 participantes, distribuídos em grupo intervenção e grupo controle, acompanhados por 12 meses. O grupo intervenção realizou treinamento cognitivo diário via aplicativo, com sessões presenciais mensais em grupo. Os resultados demonstraram que, após 12 meses, o grupo intervenção apresentou melhor desempenho cognitivo global, com ganhos significativos em linguagem e memória em comparação ao grupo controle. Apesar dos resultados positivos, o alto nível de comprometimento exigido e a dependência da familiaridade com *smartphones* podem limitar a adesão fora do contexto de pesquisa.

3.8.8 Efficacy of a Web App for Cognitive Training (MeMo) Regarding Cognitive and Behavioral Performance in People With Neurocognitive Disorders: Randomized Controlled Trial

O estudo descreve o desenvolvimento e avaliação da eficácia do MeMo, um aplicativo web de treinamento cognitivo para indivíduos com transtornos neurocognitivos, incluindo doença de Alzheimer. A plataforma utiliza jogos sérios com ajuste dinâmico de dificuldade, avançando os níveis automaticamente conforme o desempenho do usuário. Os participantes foram distribuídos em grupo intervenção e grupo controle, com acompanhamento por 12 semanas. O aplicativo oferecia exercícios focados em memória, atenção e flexibilidade cognitiva. As avaliações neuropsicológicas e comportamentais foram realizadas no início, logo após a intervenção e no seguimento de longo prazo (semana 24). Embora a análise global inicial não tenha indicado diferenças significativas entre os grupos, análises

secundárias mostraram melhora na atenção e redução da apatia entre os usuários que aderiram adequadamente ao protocolo, sugerindo que os benefícios dependem fortemente da adesão e regularidade de uso.

3.8.9 EMOGAME: Digital Games Therapy for Older Adults

Este estudo apresentou o EmoGame, um jogo digital desenvolvido para promover terapia de memória e bem-estar emocional em idosos com CCL. O aplicativo *Android* inclui jogos baseados em imagens nostálgicas e estímulos musicais, sendo avaliado por métodos quantitativos e qualitativos em participantes com 50 anos ou mais. Os resultados demonstraram aumento significativo de emoções positivas, como felicidade e satisfação, além de relatos qualitativos de experiências positivas durante o uso. Os achados sugerem que jogos digitais focados em memória autobiográfica podem contribuir tanto para a cognição quanto para o bem-estar emocional.

3.8.10 KEDUSIA-RSM: un modelo de enfermería basado en Android para la prevención de la demencia y una mejor función cognitiva en adultos mayores

O estudo desenvolveu e avaliou o modelo KEDUSIA-RSM, uma intervenção de enfermagem familiar apoiada por aplicativo *android*, voltada à prevenção da demência em idosos. O aplicativo oferece recursos específicos para três perfis de usuários (enfermeiros, familiares e o próprio idoso) incluindo educação em saúde, estimulação cognitiva por meio de jogos, caderno de trabalho digital (espaço onde a família registra as atividades diárias de cuidado, por exemplo) e monitoramento remoto. Participaram 168 famílias, distribuídas em grupo intervenção e controle, acompanhadas ao longo de quatro meses. Os resultados mostraram melhora significativa da função cognitiva e melhor controle dos fatores de risco no grupo intervenção. Entretanto, limitações como a dependência do suporte familiar e curto acompanhamento restringem a generalização dos achados.

3.8.11 Multisensory training based on an APP for enhanced verbal working memory in older adults

O estudo descreveu o desenvolvimento e investigou os efeitos de um treinamento multisensorial adaptativo, realizado por meio de um aplicativo móvel, sobre a memória de trabalho verbal em idosos saudáveis. Sessenta participantes foram distribuídos em quatro grupos, que realizaram treinamento visual, auditivo, visual-auditivo ou nenhum treinamento, durante 12 dias. Os resultados indicaram melhorias específicas conforme a modalidade treinada, com maiores ganhos no grupo visual-auditivo e manutenção dos efeitos por até duas semanas. Como limitações, destacam-se o curto período de intervenção, a ausência de avaliação de impactos funcionais no cotidiano e o nível de escolaridade elevado dos participantes.

3.8.12 Randomized Controlled Trial on the Effects of a Combined Intervention of Computerized Cognitive Training Preceded by Physical Exercise for Improving Frailty Status and Cognitive Function in Older Adults

O estudo investigou os efeitos de uma intervenção combinada de treinamento cognitivo computadorizado com exercícios físicos sobre o status de fragilidade e a função cognitiva em adultos mais velhos que frequentavam centros para idosos. Participaram da pesquisa 347 idosos com 50 anos ou mais, sem diagnóstico de fragilidade ou comprometimento cognitivo, que foram aleatoriamente distribuídos em três grupos: (1) treinamento cognitivo multissensorial + exercício físico, (2) treinamento cognitivo em duas áreas + exercício físico e (3) vídeo assistido + exercício físico (grupo controle). A intervenção teve duração de 12 semanas e o treinamento cognitivo foi realizado por meio da plataforma Brainastic, que oferece jogos online voltados para memória, atenção e outras funções cognitivas. Os resultados mostraram que os grupos que realizaram treinamento cognitivo com exercícios físicos apresentaram melhorias maiores na capacidade de aprendizagem, memória verbal e estado de fragilidade quando comparados ao grupo controle, indicando benefícios adicionais ao combinar exercícios físicos com atividades cognitivas. No entanto, não houve

diferença clara entre os dois tipos de treinamento cognitivo (multissensorial vs. em duas áreas). Entre as limitações do estudo estão a duração relativamente curta da intervenção, que pode não refletir mudanças a longo prazo, e a ausência de avaliação de efeitos em outras áreas funcionais do dia a dia.

3.8.13 Study on Adjuvant Medication for Patients with Mild Cognitive Impairment Based on VR Technology and Health Education

O estudo avaliou a eficácia de uma intervenção adjuvante baseada em tecnologia de RV associada à educação em saúde em idosos com CCL e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). A amostra foi composta por 60 pacientes, distribuídos aleatoriamente em grupo de estudo e grupo controle, acompanhados durante 12 semanas. A intervenção incluiu sessões de treinamento com o sistema de RV BioMaster, realizadas cinco vezes por semana, além de orientações estruturadas de educação em saúde. Os resultados demonstraram que o grupo que utilizou a RV apresentou melhorias estatisticamente significativas na função pulmonar, maior resistência física no teste de caminhada de seis minutos, além de escores superiores nos testes de função cognitiva (MoCA) e nas atividades de vida diária, quando comparado ao grupo controle. Apesar dos achados positivos, o estudo apresenta limitações, especialmente a ausência de indicadores quantitativos mais robustos para alguns desfechos, o que restringe a validação objetiva da eficácia da intervenção.

3.8.14 Virtual Reality Gaming and Its Impact and Effectiveness in Improving Eye-Hand Coordination and Attention Concentration in the Oldest-Old Population

Este estudo investigou o impacto do uso de jogos de Realidade Virtual sobre a coordenação óculo-manual¹ e a concentração em idosos muito longevos residentes em uma instituição de longa permanência. A amostra incluiu 38 participantes, com idade média

¹Refere-se a capacidade de sincronizar o que os olhos veem com os movimentos das mãos, permitindo realizar tarefas que exigem precisão visual e motora (GRZYWACZ et al., 2025).

de 87,2 anos, distribuídos em grupo intervenção e grupo controle. A intervenção teve duração de quatro semanas, consistindo em 12 sessões de 20 minutos, realizadas três vezes por semana, utilizando o jogo de ritmo Beat Saber. Os resultados indicaram melhora significativa em ambos os grupos; entretanto, o grupo que utilizou RV apresentou um progresso aproximadamente três vezes superior ao grupo controle. Como limitações, os autores apontam o tamanho reduzido da amostra, diferenças no estado inicial entre os grupos apesar da randomização e o uso de apenas um jogo comercial específico durante um período relativamente curto, o que limita a generalização dos achados.

3.9 Considerações sobre a ausência de estudos brasileiros

A ausência de estudos conduzidos no contexto brasileiro entre os artigos incluídos nesta revisão sistemática está relacionada, principalmente, às características das bases de dados selecionadas. As bases *PubMed*, *Scopus* e *Web of Science* concentram majoritariamente periódicos internacionais, o que resulta em maior representatividade de pesquisas desenvolvidas em outros países.

A utilização de uma *string* de busca composta exclusivamente por termos em língua inglesa contribuiu para esse cenário também. Embora parte da produção científica brasileira apresente títulos, resumos ou palavras-chave em inglês, uma parcela relevante dos estudos ainda é divulgada em português. Dessa forma, estudos potencialmente relevantes podem não ter sido recuperados durante a etapa de busca.

Tabela 3.2: Relação dos estudos e suas respectivas referências.

Referência	Estudo
(CHEW et al., 2025)	ADL+: A Digital Toolkit for Multidomain Cognitive, Physical, and Nutritional Interventions to Prevent Cognitive Decline in Community-Dwelling Older Adults
(LLORENTE et al., 2024)	Assessment of cognitive games to improve the quality of life of Parkinson's and Alzheimer's patients
(YUN et al., 2024)	Development and Effectiveness of an AI Chatbot Based Mobile Cognitive Screening and Customized Training Application for Preventing Dementia: Older Adults Living in Rural Areas of South Korea
(LIN et al., 2020)	Development and Evaluation of a Computer Game Combining Physical and Cognitive Activities for the Elderly
(EUN; KIM; KIM, 2022)	Development and Evaluation of an Artificial Intelligence-Based Cognitive Exercise Game: A Pilot Study
(CHAE; KIM; LEE, 2025)	Development of an Evidence-Based Cognitive Training Application for Elderly Individuals with Cognitive Dysfunction
(JANG; YEO et al., 2021)	Effects of smartphone application-based cognitive training at home on cognition in community-dwelling non-demented elderly individuals: A randomized controlled trial
(ROBERT et al., 2020)	Efficacy of a Web App for Cognitive Training (MeMo) Regarding Cognitive and Behavioral Performance in People With Neurocognitive Disorders: Randomized Controlled Trial
(DAMAYANTI; ALI, 2022)	EMOGAME: Digital Games Therapy for Older Adults
(MARYAM et al., 2023)	KEDUSIA-RSM: un modelo de enfermería basado en Android para la prevención de la demencia y una mejor función cognitiva en adultos mayores
(ZHU et al., 2024)	Multisensory training based on an APP for enhanced verbal working memory in older adults
(YUN et al., 2024)	Randomized Controlled Trial on the Effects of a Combined Intervention of Computerized Cognitive Training Preceded by Physical Exercise for Improving Frailty Status and Cognitive Function in Older Adults
(LIU et al., 2021)	Study on Adjuvant Medication for Patients with Mild Cognitive Impairment Based on VR Technology and Health Education
(GRZYWACZ et al., 2025)	Virtual Reality Gaming and Its Impact and Effectiveness in Improving Eye-Hand Coordination and Attention Concentration in the Oldest-Old Population

4 Resultados

Após o processo de seleção dos estudos descrito na Seção 3.5, este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da análise dos estudos incluídos na revisão.

4.1 Características gerais

A distribuição temporal das publicações (Figura 4.1) apresentou variação ao longo do período analisado (2020 a 2025). O ano de 2024 concentrou o maior número de estudos (4), seguido por 2021 (3). Os anos de 2020, 2022 e 2025 contribuíram com 2 estudos cada, enquanto 2023 apresentou apenas 1 estudo.

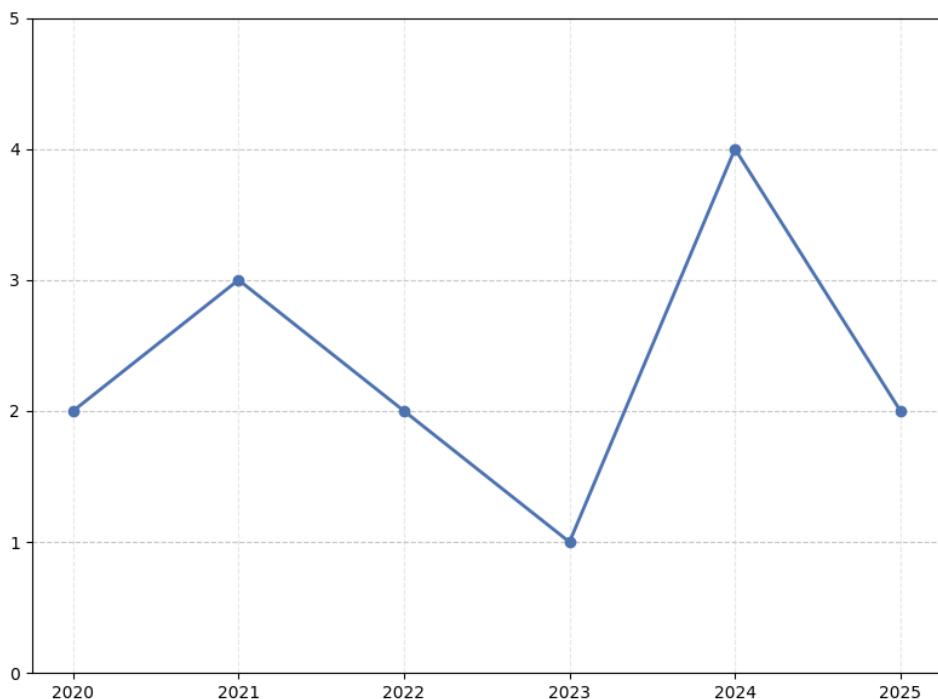


Figura 4.1: Distribuição dos estudos por ano de publicação.

Quanto à distribuição geográfica, observou-se predominância de estudos realizados no continente asiático, que concentrou 11 dos 14 trabalhos incluídos (78,6%). A Coreia do Sul contribuiu com 4 estudos, a China com 3 e a Indonésia, Malásia, Singapura e Taiwan com 1 estudo cada. Na Europa, foram identificados 3 estudos (21,4%), incluindo um estudo multicêntrico envolvendo Alemanha, Espanha, Portugal, Romênia e

Itália, além de um estudo desenvolvido na França.

Além da caracterização temporal e geográfica dos estudos, realizou-se uma análise lexical dos termos mais recorrentes nos textos analisados, apresentada a seguir.

4.2 Desenho e características metodológicas

Os estudos incluídos apresentaram diferentes desenhos metodológicos. Dentre elas, sete estudos (50,0%) foram caracterizados como ensaios clínicos randomizados (ECR). Outros cinco estudos (33,3%) utilizaram desenhos quase-experimentais, incluindo estudos com controle histórico, longitudinais e experimentais não randomizados. Dois estudos (13,3%) foram caracterizados como estudos piloto observacionais prospectivos e um estudo (6,7%) teve como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de uma tecnologia.

Em relação às características das amostras, o número de participantes variou entre 16 e 387 indivíduos. Cinco estudos (33,3%) apresentaram amostras pequenas ($n < 50$), sete estudos (46,7%) utilizaram amostras de tamanho moderado ($50 \leq n \leq 100$) e três estudos (20,0%) envolveram amostras grandes ($n > 100$).

Quanto à duração das intervenções, os períodos analisados variaram de 12 dias a 12 meses. A maioria dos estudos (60,0%) avaliou intervenções com duração entre 4 e 12 semanas. Três estudos (20,0%) investigaram intervenções de curta duração (≤ 21 dias), enquanto outros três estudos (20,0%) examinaram intervenções de longo prazo (≥ 6 meses).

A Tabela 4.1 apresenta uma síntese das principais características metodológicas dos estudos incluídos, contendo autor, ano de publicação, país, desenho do estudo, tamanho da amostra e duração da intervenção.

4.3 Características das populações

Esta seção descreve as principais características demográficas, cognitivas e contextuais das populações incluídas nos estudos analisados. A Tabela 4.2 sintetiza informações relativas à faixa etária, ao perfil cognitivo e ao tipo de população investigada em cada estudo.

Tabela 4.1: Características metodológicas dos estudos.

Autor/Ano	País	Desenho do estudo	Nº de participantes	Duração
Chae, Kim e Lee (2025)	Coreia do Sul	Metodológico e avaliação de usabilidade	18	1 semana
Chew et al. (2025)	Singapura	Quase-experimental longitudinal	150	6 meses
Damayanti e Ali (2022)	Malásia	Métodos mistos	20	2 semanas
Eun, Kim e Kim (2022)	Coreia do Sul	Piloto observacional clínico	37	8 semanas
Grzywacz et al. (2025)	Polônia	ECR	38	4 semanas
Jang, Yeo et al. (2021)	Coreia do Sul	ECR	387	12 meses
Lin et al. (2020)	Taiwan	Controle histórico (viabilidade)	16	4 semanas
Liu et al. (2021)	China	ECR	100	12 semanas
Llorente et al. (2024)	Vários (Europa)	Piloto	93	3 meses
Maryam et al. (2023)	Indonésia	Quase-experimental	156 famílias	4 meses
Robert et al. (2020)	França	ECR	46	12 semanas
Yu, Leung e Woo (2021)	China	ECR	347	12 semanas
Yun et al. (2024)	Coreia do Sul	ECR	123	6 semanas
Zhu et al. (2024)	China	ECR	60	12 dias

4.3.1 Perfil demográfico

A faixa etária dos participantes variou entre 60 e 89 anos. Três estudos incluíram idosos com 80 anos ou mais.

A maioria dos estudos apresentou predominância feminina, sendo que dois deles relataram proporções superiores a 85% de mulheres.

Três estudos especificaram escolaridade mínima, variando entre 6 anos de educação formal e alfabetização básica.

Quanto ao local de residência, sete estudos incluíram participantes da comunidade, enquanto outros analisaram idosos institucionalizados ou frequentadores de centros-

Tabela 4.2: Características demográficas e cognitivas das populações.

Autor/Ano	Faixa etária	Perfil cognitivo	População
Chae, Kim e Lee (2025)	≥ 73	CCL ou demência leve	Idosos em centros-dia
Chew et al. (2025)	≥ 60	Saudáveis / CCL	Idosos da comunidade
Damayanti e Ali (2022)	≥ 50	CCL	Idosos da comunidade
Eun, Kim e Kim (2022)	≥ 60	Saudáveis	Centro de assistência social
Grzywacz et al. (2025)	≥ 60	Não informado	Idosos fisicamente aptos
Jang, Yeo et al. (2021)	≥ 60	Não-demente	Usuários de smartphone
Lin et al. (2020)	≥ 60	Saudáveis	Idosos da comunidade
Liu et al. (2021)	NR	CCL	Idosos com DPOC
Llorente et al. (2024)	≥ 65	Alzheimer ou Parkinson	Idosos europeus
Maryam et al. (2023)	≥ 60	Não informado	Idosos e cuidadores familiares
Robert et al. (2020)	≥ 60	CCL ou demência leve	Idosos da comunidade
Yu, Leung e Woo (2021)	≥ 50	Saudáveis	Robustos ou pré-frágeis
Yun et al. (2024)	Média 71 anos	Saudáveis / CCL / demência leve	Usuários de smartphone
Zhu et al. (2024)	≥ 60	Saudáveis	Usuários de tablet

dia².

4.3.2 Perfil cognitivo e clínico

Dos 14 estudos incluídos, seis investigaram exclusivamente idosos cognitivamente saudáveis, quatro incluíram participantes com Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) e três abordaram indivíduos com demência leve a moderada. Dois estudos analisaram amostras mistas.

Algumas condições clínicas específicas também foram consideradas: um estudo incluiu idosos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e CCL, enquanto outro

²Centros-dia são unidades destinadas ao atendimento especializado diurno a idosos ou pessoas com deficiência que tenham algum grau de dependência de cuidados (Portal Gov.br, 2025).

analisou idosos com Alzheimer ou Parkinson.

Quatro estudos empregaram critérios de preservação da independência funcional, avaliando tarefas básicas e instrumentais da vida diária.

4.3.3 Critérios de avaliação cognitiva

Os estudos incluídos empregaram diferentes instrumentos para triagem e avaliação cognitiva, os quais variaram conforme o perfil dos participantes. Entre os idosos cognitivamente saudáveis, os testes mais empregados foram o MEEM (FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975), com pontos de corte entre 23 e 26, e o MoCA (NASREDDINE et al., 2005), geralmente com pontuações mínimas próximas de 26 pontos, ambos utilizados para confirmar ausência de déficits relevantes. Nos estudos envolvendo CCL, os critérios mais utilizados incluíram o CDR (HUGHES et al., 1982), principalmente entre 0,5 e 1,0, além de escores reduzidos no MEEM (entre 18 e 26). Já nas amostras compostas por indivíduos com demência leve a moderada, foram observados escores ainda mais baixos no MEEM, geralmente entre 16 e 24 pontos, compatíveis com o quadro clínico esperado. Além desses instrumentos, alguns estudos verificaram ainda a capacidade funcional ou o uso de dispositivos digitais como parte da triagem, assegurando a viabilidade da participação nas intervenções propostas.

4.3.4 Aspectos socioculturais e tecnológicos

Algumas características socioculturais específicas foram reportadas em determinados estudos, como a inclusão exclusiva de idosos rurais ou de participantes de contextos metropolitanos específicos.

Além disso, nove estudos exigiram que os participantes fossem capazes de utilizar *smartphones*, *tablets* ou computadores, refletindo a necessidade de familiaridade mínima com tecnologias digitais para a participação nas intervenções avaliadas.

4.4 Tecnologias digitais identificadas

A análise dos 14 estudos incluídos nesta revisão evidenciou a presença de um conjunto diversificado de tecnologias digitais aplicadas à estimulação cognitiva em idosos. Conforme sintetizado na Tabela 4.3, observa-se que as intervenções não se limitam a um único tipo de recurso tecnológico, sendo recorrente a combinação de aplicativos móveis, plataformas web, jogos digitais e soluções baseadas em Inteligência Artificial (IA) ou Realidade Virtual (RV) dentro de um mesmo estudo.

Os aplicativos móveis foram identificados em oito dos estudos analisados. Entre os exemplos, destacam-se o ADL+ Toolkit (CHEW et al., 2025), que integra módulos cognitivos, físicos e nutricionais; o Smart Brain (CHAE; KIM; LEE, 2025), voltado ao treinamento cognitivo fundamentado em evidências; e o KEDUSIA-RSM (MARYAM et al., 2023), direcionado à prevenção da demência no âmbito da enfermagem familiar. Também foram identificadas soluções voltadas ao uso domiciliar e à estimulação multissensorial, como o Inbrain-Trainer (JANG; YEO et al., 2021) e o aplicativo multissensorial descrito por Zhu et al. (2024). Em alguns casos, os aplicativos móveis coexistem com outros formatos tecnológicos, como jogos digitais ou plataformas web.

As plataformas web estiveram presentes em cinco estudos, geralmente associadas a ecossistemas digitais mais amplos e integrados. Nesse contexto, destacam-se sistemas como o ADL+ Toolkit (CHEW et al., 2025), o MeMo (ROBERT et al., 2020) e o PRO-Care4Life (LLORENTE et al., 2024), que oferecem ambientes digitais para a realização de exercícios cognitivos, acompanhamento remoto e monitoramento do desempenho dos usuários. Conforme indicado na Tabela 4.3, essas plataformas frequentemente coexistem com aplicativos móveis e jogos digitais.

Os jogos digitais constituíram a categoria mais expressiva, estando presentes em onze dos estudos analisados. As abordagens variaram desde jogos cognitivos específicos voltados ao treinamento de funções como memória e atenção, como o EMOGAME (DAMAYANTI; ALI, 2022) e o jogo cognitivo baseado em IA descrito por Eun, Kim e Kim (2022), até conjunto de minijogos integradas a plataformas digitais, como o Brainastic (YU; LEUNG; WOO, 2021). Também foram identificadas propostas que combinam estimulação cognitiva e atividade física, como o jogo de ritmo descrito por Lin et al.

(2020), além de jogos comerciais adaptados para fins terapêuticos, como o Beat Saber (GRZYWACZ et al., 2025).

No que se refere às tecnologias emergentes, cinco estudos incorporaram explicitamente recursos de Inteligência Artificial e/ou Realidade Virtual. A Inteligência Artificial esteve presente em três estudos, sendo empregada principalmente para a personalização adaptativa das tarefas cognitivas e para o uso de interfaces conversacionais, como no sistema Saemi-rang (YUN et al., 2024). A Realidade Virtual foi identificada em dois estudos, sendo explorada em intervenções imersivas voltadas à estimulação e reabilitação físico-cognitiva, como observado no sistema BioMaster (LIU et al., 2021) e no uso terapêutico do Beat Saber.

Tabela 4.3: Características das tecnologias de intervenção

Autor/ano	Tecnologia	App móvel	App web	Jogos	IA	RV
Chew et al. (2025)	ADL+ Toolkit		X	X		
Chae, Kim e Lee (2025)	Smart Brain	X		X		
Damayanti e Ali (2022)	EMOGAME	X		X		
Eun, Kim e Kim (2022)	Jogo Cognitivo		X	X	X	
Grzywacz et al. (2025)	Beat Saber			X		X
Jang, Yeo et al. (2021)	Inbrain-Trainer	X				
Lin et al. (2020)	Jogo de Ritmo			X		
Liu et al. (2021)	BioMaster					X
Llorente et al. (2024)	PROCare4Life		X	X	X	
Maryam et al. (2023)	KEDUSIA-RSM	X		X		
Robert et al. (2020)	MeMo		X	X		
Yun et al. (2024)	Saemi-rang	X		X	X	
Zhu et al. (2024)	App Multissensorial	X				
Yu, Leung e Woo (2021)	Brainastic	X	X	X		

4.5 Disponibilidade e acesso às tecnologias identificadas

Esta seção apresenta a análise da disponibilidade das tecnologias utilizadas nos estudos incluídos nesta revisão sistemática. O objetivo é identificar se as soluções tecnológicas descritas encontram-se acessíveis para uso além do contexto de pesquisa. As informações apresentadas baseiam-se exclusivamente nos dados explicitamente descritos nos artigos analisados, sem a realização de verificações externas. A Tabela 4.4 sintetiza esses resultados.

4.6 Funções cognitivas identificadas

A análise das funções cognitivas trabalhadas pelas tecnologias digitais identificadas nos estudos revelou uma predominância de três domínios centrais: memória, atenção e funções executivas. Para possibilitar uma comparação padronizada entre os estudos, as funções relatadas foram agrupadas. Assim, por exemplo, subdomínios como memória de curto prazo e memória de trabalho foram integrados à categoria Memória (geral), enquanto atenção dividida, atenção visual e concentração foram organizadas dentro de Atenção (geral). Da mesma forma, habilidades como flexibilidade mental, função inibitória e lógica foram reunidas sob Funções executivas.

A Figura 4.2 apresenta a distribuição das funções cognitivas após o agrupamento. Observa-se que Memória foi o domínio mais frequentemente abordado ($n = 14$), seguida de Atenção ($n = 12$) e Funções executivas ($n = 7$).

Outros domínios apareceram com menor frequência, como Velocidade/tempo de resposta ($n = 4$), Linguagem ($n = 2$), Habilidade visuoespacial ($n = 2$) e Processos perceptivo-motores ($n = 1$). Funções amplas descritas de forma genérica nos artigos, como “função cognitiva”, foram categorizadas separadamente ($n = 3$), preservando a fidelidade às descrições originais. Por fim, domínios específicos como Cálculo ($n = 1$) e Cognição global ($n = 1$) foram registrados individualmente devido à sua baixa ocorrência.

Tabela 4.4: Disponibilidade e acesso às tecnologias digitais identificadas.

Autor/ano	Tecnologia	Acesso	Observação
Chae, Kim e Lee (2025)	Smart Brain	Restrito	Desenvolvido para uso clínico e em centros de bem-estar social
Chew et al. (2025)	ADL+ Toolkit	Restrito	Desenvolvido como um protótipo clínico para pesquisa
Damayanti e Ali (2022)	EmoGame	Restrito	Protótipo acadêmico
Eun, Kim e Kim (2022)	Jogo cognitivo baseado em IA	Restrito	Protótipo desenvolvido para centros de reabilitação e hospitais geriátricos
Grzywacz et al. (2025)	Beat Saber	Disponível	Jogo comercial. Acesso em: Beatsaber.com
Jang, Yeo et al. (2021)	Inbrain Trainer	Restrito	Aplicação desenvolvida para o ensaio clínico do Samsung Medical Center
Lin et al. (2020)	Jogo de ritmo	Restrito	Protótipo acadêmico
Liu et al. (2021)	BioMaster	Restrito	Sistema experimental utilizado em contexto hospitalar
Llorente et al. (2024)	PROCare4Life	Restrito	Desenvolvido como uma plataforma integrada para monitorização e treino de pacientes em estudos clínicos
Maryam et al. (2023)	KEDUSIA-RSM	Restrito	Modelo de intervenção comunitária desenvolvido para o sistema de saúde da Indonésia
Robert et al. (2020)	MeMo (Memory Motivation)	Disponível	Acesso gratuito em: MeMo
Yu, Leung e Woo (2021)	Brainastic	Disponível	Aplicação comercial. Acesso em: Brainastic
Yun et al. (2024)	Saemi-rang	Restrito	Desenvolvido para uso em centros de saúde pública e áreas rurais na Coreia do Sul
Zhu et al. (2024)	App Multissensorial	Restrito	Aplicação experimental desenvolvida para investigação acadêmica

4.7 Eficácia das intervenções

Esta seção sintetiza os principais resultados sobre a eficácia das intervenções tecnológicas, considerando os efeitos observados, sua variabilidade e a manutenção ao longo do tempo.

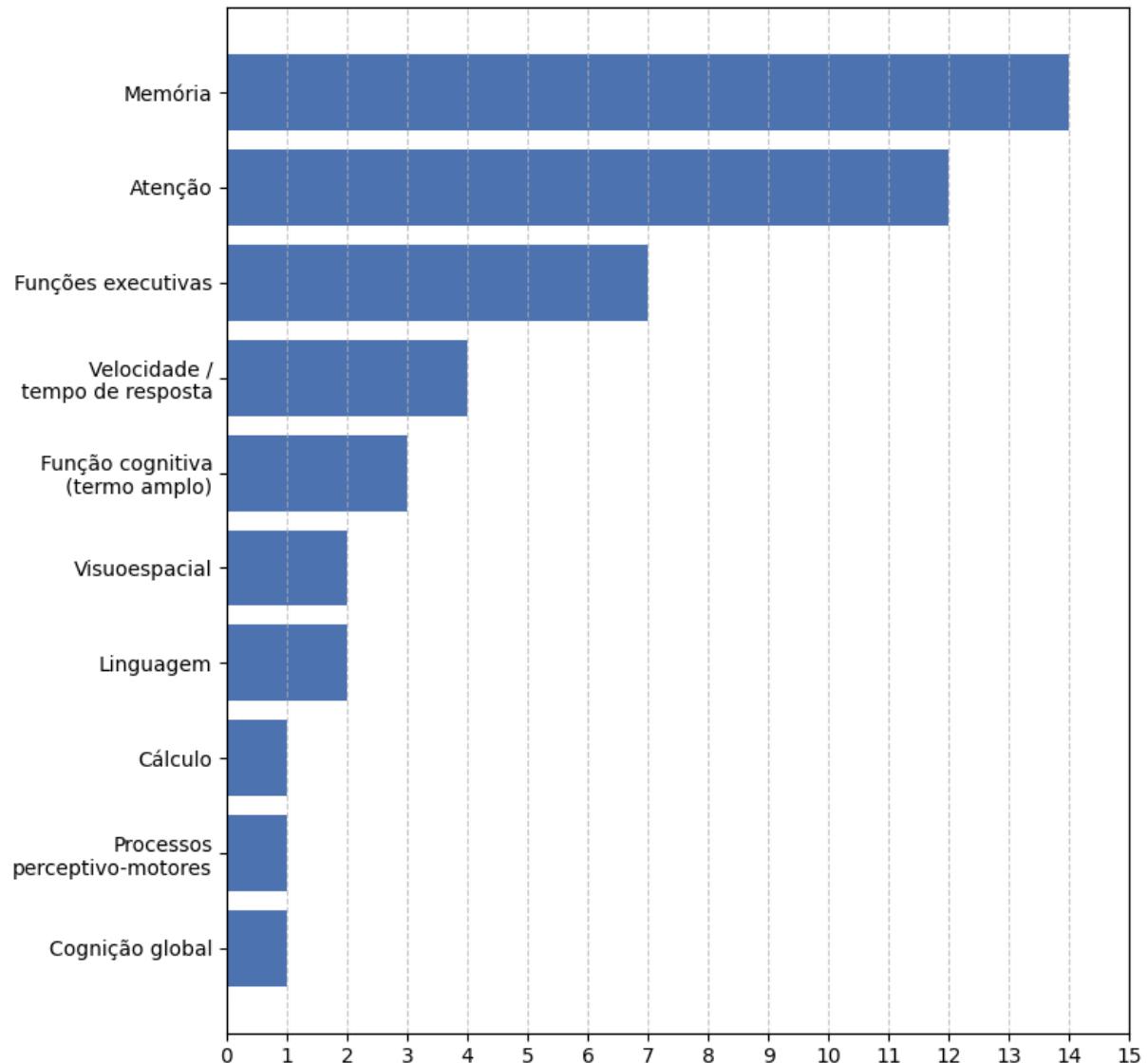


Figura 4.2: Funções cognitiva identificadas.

4.7.1 Resultados positivos das intervenções

As intervenções dos estudos selecionados relataram melhorias significativas em múltiplos desfechos.

No âmbito da cognição global, o uso de aplicativos móveis integrados a *chatbots* de inteligência artificial, como o programa Saemi-rang (YUN et al., 2024), foi associado a ganhos superiores no desempenho cognitivo em comparação aos grupos de controle que realizaram atividades tradicionais. Observou-se ainda que participantes com maior frequência de uso apresentaram maiores ganhos nos desfechos avaliados.

Resultados semelhantes foram observados em intervenções multimodais. O *toolkit* digital ADL+ (CHEW et al., 2025), apresentou um aumento significativo na cognição glo-

bal após seis meses, com melhorias nos domínios de atenção, velocidade de processamento e memória. Aos nove meses (pós-intervenção), os benefícios sustentados foram observados apenas na velocidade de processamento e na qualidade de vida.

Em relação aos domínios cognitivos, o treinamento de memória de trabalho verbal por meio de aplicativos multissensoriais apresentou efeitos expressivos, especialmente quando combinou estímulos visuais e auditivos, sendo observada transferência de desempenho para tarefas não treinadas (ZHU et al., 2024).

A atenção e a coordenação psicomotora também foram amplamente beneficiadas pelo uso de tecnologias imersivas. Participantes submetidos ao treinamento com o jogo de ritmo Beat Saber em realidade virtual (GRZYWACZ et al., 2025) apresentaram melhora na concentração de atenção significativamente superior à observada no grupo que realizou exercícios físicos padrão. Além disso, jogos que exigem movimentos físicos simultâneos ao esforço cognitivo resultaram em aprimoramentos na memória de curto prazo e na função inibitória.

Em termos de qualidade de vida, o uso de *toolkits* digitais foi associado a uma percepção de saúde significativamente melhorada. Adicionalmente, intervenções focadas no suporte familiar e gerenciamento de riscos, como o aplicativo KEDUSIA-RSM (MARYAM et al., 2023), foram associados à manutenção das atividades de vida diária e ao controle de fatores de risco para demência.

4.7.2 Resultados dependentes da adesão e do perfil dos participantes

Apesar dos benefícios observados, os estudos indicaram que os efeitos das intervenções tecnológicas não foram uniformes, variando conforme a adesão, o perfil de uso e as características clínicas dos participantes.

No estudo do aplicativo MeMo (ROBERT et al., 2020), benefícios em atenção e redução da apatia foram observados apenas no subgrupo de participantes “ativos” que utilizaram a ferramenta com alta frequência, enquanto o grupo “não ativo” apresentou declínio nesses indicadores.

Em pacientes com doenças neurodegenerativas progressivas, como a Doença de

Parkinson, o uso da plataforma PROCare4Life registrou um aumento na probabilidade de desvios cognitivos ao longo de três meses. Esse resultado acompanhou o declínio esperado da doença, sem evidência de reversão do quadro clínico durante o período do estudo piloto (LLORENTE et al., 2024).

Quanto à usabilidade e aceitação, o estudo de (CHAE; KIM; LEE, 2025) mostrou que, apesar da satisfação geral positiva, houve registros de dificuldades na interação com interfaces sensíveis ao toque e na adaptação ao ritmo dos jogos por idosos com comprometimento cognitivo. Em relação à viabilidade comercial, observou-se baixa disposição dos participantes em pagar por aplicativos de treinamento cognitivo.

4.7.3 Manutenção dos ganhos ao longo do tempo

Os dados de acompanhamento (*follow-up*) indicaram variação na sustentabilidade dos ganhos cognitivos ao longo do tempo.

No estudo ADL+, a avaliação realizada nove meses após o início da intervenção indicou que os ganhos em velocidade de processamento e qualidade de vida permaneceram estatisticamente significativos. No entanto, as melhorias observadas aos seis meses nos domínios de memória, atenção e função executiva não se mantiveram nessa fase de acompanhamento, não apresentando diferença significativa em relação ao basal ou ao grupo controle (CHEW et al., 2025).

De forma semelhante, Robert et al. (2020) realizaram uma avaliação de seguimento 12 semanas após o término do treinamento e não identificaram diferenças significativas sustentadas na população geral em comparação ao grupo controle.

Por outro lado, no estudo de treinamento multissensorial de memória de trabalho, os ganhos na tarefa treinada mantiveram-se estáveis durante o período de duas semanas de acompanhamento após o término do treino (ZHU et al., 2024).

4.8 Design e acessibilidade

A análise dos artigos selecionados permitiu identificar as estratégias de design adotadas com o objetivo de atender às necessidades da população idosa, bem como os resultados das

avaliações de usabilidade e técnicas de engajamento adotadas. Para facilitar a visualização das técnicas empregadas, a Figura 4.3 apresenta uma síntese dos principais desafios de uso identificados na literatura e as respectivas soluções de design adotadas nos estudos revisados.



Figura 4.3: Estratégias de design e acessibilidade identificadas

4.8.1 Interfaces

Apesar da predominância de interfaces simplificadas, desafios de interação persistiram. No aplicativo Smart Brain (CHAE; KIM; LEE, 2025), mesmo com adaptações visuais, foram registradas dificuldades motoras, como toques na tela não reconhecidos ou múltiplos. Já a personalização oferecida pela plataforma PROCare4Life (LLORENTE et al., 2024) teve boa adesão, com 11,5% dos usuários optando pelo modo claro e 5,5% ampliando o tamanho do texto.

Soluções de hardware e software inovadoras mostraram-se promissoras. O controlador físico adaptado em um travesseiro (LIN et al., 2020) e a interface conversacional do Saemi-rang (YUN et al., 2024) contribuíram para a redução da barreira tecnológica, simulando interações naturais. Em ambientes de Realidade Virtual, a usabilidade foi bem avaliada, com relatos de boa sensação de presença, embora a fadiga física ocasional

permaneça como limitação (JANG; YEO et al., 2021).

4.8.2 Acessibilidade e segurança

As medidas de segurança e acessibilidade listadas na Tabela ?? foram associadas a resultados práticos positivos nos estudos analisados. A execução de sessões de Realidade Virtual exclusivamente na posição sentada eliminou sintomas relevantes de cinetose ou desorientação no estudo de Grzywacz et al. (2025).

Do ponto de vista cognitivo, a combinação de estímulos visuais e auditivos (ZHU et al., 2024) foi associada a melhor desempenho na recepção da informação. Complementarmente, Liu et al. (2021) observaram que a curva de aprendizado foi facilitada pelo uso de tutoriais graduais e suporte humano nas sessões iniciais.

4.8.3 Engajamento e aderência

A gamificação provou ser um pilar central para a continuidade do uso. O *toolkit* ADL+, que integrou rankings e recompensas, alcançou uma taxa de conclusão de protocolo de aproximadamente 95%.

No estudo Saemi-rang (YUN et al., 2024), os participantes classificaram os jogos baseados em chat, a navegação dialogada e os lembretes diários de missão como os principais fatores motivacionais para o engajamento. O estudo destacou ainda que o feedback positivo aumentou a adesão e as expressões negativas ou *emoticons* tristes reduziram a motivação de alguns participantes.

4.9 Limitações e desafios

Foram identificadas barreiras significativas tanto no delineamento metodológico das pesquisas quanto na aplicação prática das tecnologias junto ao público alvo. Os desafios reportados pelos autores foram categorizados em três dimensões principais:

- **Limitações metodológicas:** Referem-se à estrutura dos estudos, incluindo o tamanho reduzido das amostras, a curta duração das intervenções, a ausência de

acompanhamento a longo prazo (*follow-up*) para confirmar a manutenção dos ganhos cognitivos e a inclusão de participantes com perfis específicos (como maior escolaridade, renda ou acesso prévio à tecnologia) .

- **Barreiras de usabilidade e tecnologia:** Envolve as dificuldades de interação dos idosos com as interfaces (telas de toque, menus), desconforto físico associado a tecnologias imersivas (como realidade virtual) e a falta de exploração de recursos de personalização.
- **Desafios de implementação e adesão:** Englobam a dificuldade em manter o engajamento dos participantes sem supervisão humana constante, o declínio do uso ao longo do tempo e barreiras socioeconômicas para aquisição das tecnologias.

A Tabela 4.5 apresenta uma síntese das principais limitações identificadas, organizadas por categoria e frequência de ocorrência nos estudos analisados.

Tabela 4.5: Síntese das limitações e desafios identificados nos estudos incluídos.

Categoria	Limitação / Desafio	Nº de estudos
Metodológica	Amostra reduzida	7
	Curta duração da intervenção (< 8 semanas)	5
	Ausência de acompanhamento a longo prazo	4
	Viés de seleção	4
	Falta de grupo controle ativo ou cegamento	3
Usabilidade	Dificuldade com interfaces	3
	Desconforto físico associado à tecnologia	2
	Falta de personalização/configurações	1
Implementação	Baixa adesão sem supervisão contínua	2
	Barreiras de custo ou equipamentos específicos	3

5 Discussão

Este capítulo discute os principais achados apresentados no Capítulo 4, relacionando-os aos objetivos da pesquisa e às evidências da literatura sobre tecnologias digitais aplicadas à estimulação cognitiva em idosos.

5.1 Panorama geral

A análise da distribuição temporal das publicações indica que, dentro do recorte temporal adotado nesta revisão (2020–2025), houve crescimento do interesse por tecnologias digitais aplicadas à estimulação cognitiva em idosos, com maior concentração de estudos a partir de 2021 e pico em 2024. Esse comportamento reflete a intensificação recente do desenvolvimento de soluções digitais baseadas em aplicativos móveis, inteligência artificial e ambientes interativos.

Ressalta-se que essa interpretação está condicionada ao filtro temporal utilizado, o qual priorizou tecnologias atuais e emergentes. Assim, embora existam estudos anteriores ao período analisado, os resultados sugerem que, nos últimos anos, a área tem sido marcada pela produção de protótipos e intervenções experimentais, com poucas soluções consolidadas e amplamente disponíveis.

5.2 Eficácia das intervenções digitais na estimulação cognitiva

Os resultados indicam que a maioria das intervenções analisadas apresentou efeitos positivos na manutenção ou melhora de funções cognitivas, especialmente memória, atenção, velocidade de processamento e funções executivas. Esses achados reforçam o potencial das tecnologias digitais como ferramentas complementares às abordagens tradicionais de estimulação cognitiva.

Entretanto, observou-se que a eficácia das intervenções não é homogênea, estando

fortemente associada a fatores como frequência de uso, duração da intervenção e perfil cognitivo dos participantes. Estudos com intervenções mais longas e com algoritmos adaptativos tendem a relatar resultados mais consistentes, enquanto intervenções de curta duração ou com amostras reduzidas apresentam efeitos limitados ou inconclusivos.

Além disso, alguns estudos apontaram ausência de ganhos cognitivos significativos no curto prazo, sugerindo que a tecnologia, isoladamente, não garante resultados positivos, sendo necessária sua integração a estratégias de motivação e acompanhamento.

Para a área de Sistemas de Informação, isso indica que a eficácia de um *software* de estimulação cognitiva está diretamente ligada à sua capacidade de manter o usuário motivado, reforçando que o desenvolvimento de algoritmos de treino deve ser acompanhado de estratégias de experiência do usuário que favoreçam a aderência a longo prazo.

5.3 Influência do perfil dos participantes e do desenho metodológico

A diversidade dos desenhos metodológicos e das características das amostras é um fator relevante para a interpretação dos resultados. Observa-se a frequência de amostras pequenas, intervenções de curta duração e períodos reduzidos de acompanhamento, o que limita a generalização dos achados.

Além disso, muitos estudos incluíram participantes fisicamente ativos ou com familiaridade prévia com tecnologias digitais. Esse recorte pode superestimar a eficácia das intervenções e subestimar as barreiras enfrentadas por idosos mais vulneráveis, com maior comprometimento cognitivo, limitações funcionais ou baixo conhecimento em tecnologia.

A variabilidade observada na manutenção dos ganhos cognitivos ao longo do tempo reforça a importância de estudos com acompanhamento longitudinal mais extenso. Os achados sugerem que, na ausência de estratégias de reforço contínuo, parte dos benefícios cognitivos tende a se dissipar após o término das intervenções, especialmente em domínios como memória e funções executivas.

5.4 Discrepância geográfica e relação com o contexto brasileiro

Um ponto relevante identificado na análise dos resultados é a forte concentração de estudos no continente asiático (78,6%), especialmente na Coreia do Sul e na China. Essa predominância não reflete apenas o elevado investimento tecnológico dessas regiões, mas também a existência de políticas públicas e infraestruturas de saúde que já incorporam o uso de tecnologias digitais no monitoramento e cuidado da população idosa, tanto em contextos urbanos quanto rurais.

Ao transferir esses achados para o contexto brasileiro, surgem alguns desafios estruturais e socioculturais que impactam diretamente a adoção e a efetividade dessas tecnologias, conforme discutido a seguir.

5.4.1 A Barreira da escolaridade

Diferentemente do perfil observado nos estudos asiáticos e europeus, cujos participantes frequentemente apresentam maior escolaridade e familiaridade com tecnologias digitais, o Brasil possui uma parcela significativa de idosos com baixo nível de escolaridade ou analfabetismo funcional (IBGE, 2023). Esse fator limita a eficácia de tecnologias baseadas predominantemente em leitura, interpretação textual e navegação complexa. Nesse cenário, os resultados apontam que interfaces conversacionais e baseadas em áudio, mostram-se particularmente promissoras para o contexto brasileiro.

5.4.2 Adaptação cultural do conteúdo

Outro aspecto crítico refere-se à necessidade de adaptação cultural das atividades propostas. Muitos jogos sérios e aplicativos de treinamento cognitivo utilizam referências específicas de seus países de origem, como moedas, alimentos, cenários urbanos, objetos do cotidiano e estímulos musicais. No contexto brasileiro, a utilização direta desses elementos pode gerar estranhamento. Dessa forma, a “tradução” cultural das tarefas é fundamental para aumentar o engajamento, facilitar a compreensão das atividades e tornar a experiência mais significativa para o usuário idoso.

5.4.3 Acesso ao hardware e conectividade

Os resultados também evidenciam uma discrepância relevante no que se refere ao acesso a dispositivos e infraestrutura tecnológica. Enquanto estudos conduzidos em países desenvolvidos utilizam *tablets* de alto desempenho e dispositivos de Realidade Virtual, a realidade brasileira é marcada pela predominância do uso de *smartphones* (IBGE, 2025) e por conexões de internet instáveis, especialmente em regiões periféricas e rurais. Nesse contexto, o desenvolvimento de aplicações leves, compatíveis com dispositivos de menor capacidade e que possibilitem o funcionamento *offline* surge como uma estratégia mais viável para ampliar o alcance das tecnologias de estimulação cognitiva no país.

5.5 Design, acessibilidade e engajamento

Os resultados evidenciam que aspectos de design e acessibilidade exercem influência direta na adesão e na eficácia das intervenções digitais. Interfaces simplificadas, uso de fontes ampliadas, alto contraste e estímulos multimodais mostraram-se estratégias eficazes para mitigar limitações sensoriais e cognitivas comuns ao envelhecimento.

Adicionalmente, estratégias de gamificação, como *rankings*, recompensas e lembretes diários, demonstraram impacto positivo no engajamento contínuo. Esses achados reforçam que o sucesso das intervenções digitais depende não apenas da eficácia cognitiva, mas também da capacidade do sistema de manter o interesse e a motivação do usuário ao longo do tempo.

5.6 Síntese dos resultados como recomendação para desenvolvimentos futuros

Esta seção apresenta os principais pontos positivos e limitações identificados nos estudos, que podem servir como direcionamento para o desenvolvimento de aplicações digitais de estimulação cognitiva para idosos. A Figura 5.1 resume visualmente esses aspectos.

Interface e usabilidade	Engajamento e motivação
<p>Recomendação:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fontes grandes• Alto contraste entre texto e fundo• Navegação simplificada• Interfaces conversacionais para usuários com baixa alfabetização digital. <p>Evitar:</p> <ul style="list-style-type: none">• Múltiplos botões pequenos e próximos• Menus complexos com muitos níveis	<p>Recomendação:</p> <ul style="list-style-type: none">• Gamificação (rankings, recompensas)• Lembretes diários• Feedbacks positivos• Algoritmo adaptativo que ajustam dificuldade automaticamente <p>Evitar:</p> <ul style="list-style-type: none">• Feedback negativo ou emoticons tristes
<p>Aspectos técnicos</p> <p>Recomendação:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aplicações leves compatíveis com smartphones básicos• Funcionalidade offline para áreas com internet instável <p>Evitar:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dependência de hardware caro (VR, tablets de alta performance)	<p>Acessibilidade</p> <p>Recomendação:</p> <ul style="list-style-type: none">• Estímulos multimodais (visual + auditivo)• Opções de personalização (modo claro/escuro, tamanho de texto)• Comandos de voz como alternativa

Figura 5.1: Recomendações para o desenvolvimento de tecnologias de estimulação cognitiva.

6 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de tecnologias digitais para estimulação cognitiva em idosos, analisando os tipos de tecnologias empregadas, as funções cognitivas abordadas, os resultados de eficácia e aspectos relacionados ao design e à usabilidade das soluções propostas.

Os resultados indicam que as tecnologias apresentam potencial para apoiar a manutenção cognitiva e retardar o declínio cognitivo em idosos. Do ponto de vista da área de Sistemas de Informação, os achados reforçam a importância do desenvolvimento de soluções focadas no usuário idoso, integrando princípios de usabilidade, acessibilidade e interação humano-computador.

No que se refere às limitações desta revisão, destaca-se a inclusão exclusiva de artigos de acesso aberto, publicados entre 2020 e 2025 e a ausência de estudos brasileiros. Além disso, o caráter exploratório da pesquisa não contemplou uma avaliação formal do risco de viés, limitando a análise da qualidade metodológica das evidências.

Quanto às limitações dos estudos selecionados, observa-se a predominância de amostras reduzidas, desenhos metodológicos heterogêneos e curto tempo de acompanhamento, fatores que dificultam a comparação direta dos resultados e a comprovação de efeitos a longo prazo. Adicionalmente, verifica-se baixa diversificação nos tipos de jogos e mecânicas adotadas, o que pode comprometer o engajamento contínuo dos usuários, ponto pouco explorado, considerando a escassez de estudos de longa duração.

A partir dos resultados desta revisão, o sistema Saemi-rang destacou-se como uma referência para o desenvolvimento de soluções digitais voltadas à população idosa brasileira. O sistema apresentou equilíbrio entre usabilidade, engajamento e potencial diagnóstico, ao abordar de forma integrada três barreiras recorrentes à adoção tecnológica na terceira idade: interface, motivação e utilidade diagnóstica.

Em comparação a sistemas que exigem maior coordenação motora para interação com pequenos botões, como observado no estudo Smart Brain, o Saemi-rang adota uma interface simplificada, baseada em *chatbot* com suporte de inteligência artificial, com

navegação guiada por diálogo e botões de toque reduzidos. Como recomendação desta revisão, sugere-se a análise da viabilidade de inclusão de recursos de leitura de texto, visando ampliar a acessibilidade para idosos com dificuldades de leitura.

A Figura 6.1 ilustra a proposta de interação baseada em diálogo do aplicativo. Um diferencial tecnológico relevante do Saemi-rang refere-se à realização de rastreio cognitivo automático por meio da análise de biomarcadores presentes na fala do usuário, permitindo a identificação não invasiva de sinais de comprometimento cognitivo. Além disso, o sistema utiliza o histórico de desempenho (*logs*) para o monitoramento contínuo do perfil cognitivo ao longo do tempo.

O estudo também indicou que os maiores benefícios cognitivos ocorreram entre usuários com maior frequência de uso da aplicação, aspecto favorecido pelo emprego de algoritmos adaptativos, que ajustam o nível de dificuldade conforme o desempenho do usuário, aliados ao uso de lembretes de “missões” e mensagens motivacionais.



Figura 6.1: Interface do aplicativo Sami-rang. Adaptado de Yun et al. (2024).

Como perspectivas futuras, sugere-se a realização de estudos experimentais mais robustos, com maior tempo de acompanhamento, bem como pesquisas que priorizem a diversão e o engajamento, sem prejuízo dos benefícios cognitivos. Nesse sentido, jogos comerciais e gêneros como RPG de mesa mostram-se promissores por integrarem estímulos cognitivos de forma mais natural e motivadora. Por fim, destaca-se a oportunidade de

desenvolvimento de soluções digitais acessíveis, culturalmente adaptadas e voltadas à população idosa brasileira.

Bibliografia

- ALMEIDA, O. P. Mini-mental state examination and the diagnosis of dementia in brazil. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 56, n. 3B, p. 419–427, 1998. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/anp/a/Xmt3w7TVPV7M78XRb5prnrG/?lang=pt>>.
- BASILE, M. S. et al. Cognitive decline in rheumatoid arthritis: Insight into the molecular pathogenetic mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 22, p. 1185, 01 2021.
- Bitbrain. *Cognitive Stimulation Activities*. 2024. Disponível em: <<https://www.bitbrain.com/blog/cognitive-stimulation-activities>>.
- Cambridge Cognition. *What is Cognition?* 2023. Disponível em: <<https://cambridgecognition.com/what-is-cognition/>>.
- CANAPA, F. P. e. C. S. G. Jogos sérios interativos para treinamento cognitivo de idosos: Uma revisão sistemática. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2025.
- CAPES. *Portal de Periódicos da CAPES*. 2025. Acesso em: 29 dez. 2025. Disponível em: <<https://www.periodicos.capes.gov.br/>>.
- CHAE, H.-J.; KIM, C.-H.; LEE, S.-H. Development of an evidence-based cognitive training application for elderly individuals with cognitive dysfunction. *Healthcare*, v. 13, n. 3, p. 215, 2025.
- CHEW, J. et al. Adl+: A digital toolkit for multidomain cognitive, physical, and nutritional interventions to prevent cognitive decline in community-dwelling older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 22, n. 1, p. 42, 2025.
- DAMAYANTI, N. R.; ALI, N. M. Emogame: Digital games therapy for older adults. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, v. 13, n. 3, p. 183–189, 2022.
- DANIELE, M.; ASCOLESE, A. Gamified cognitive training to prevent cognitive decline. *Advances in Medical Technologies and Clinical Practice*, IGI Global, p. 193–220, 2016.
- DESAI, R. et al. Effectiveness of cognitive stimulation therapy (cst) for mild to moderate dementia: A systematic literature review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, v. 97, p. 102312, 2024.
- EUN, S.-J.; KIM, E. J.; KIM, J. Y. Development and evaluation of an artificial intelligence-based cognitive exercise game: A pilot study. *Journal of Environmental and Public Health*, v. 2022, p. 4403976, 2022.
- FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. “mini-mental state”. a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.

- FREITAS, S. et al. Estudos de adaptação do montreal cognitive assessment (moca) para a população portuguesa. *Avaliação Psicológica*, v. 9, n. 3, p. 345–357, 2010. ISSN 1677-0471. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712010000300002>.
- GOMES, E. C. C. et al. Treino de estimulação de memória e a funcionalidade do idoso sem comprometimento cognitivo: uma revisão integrativa. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, p. 2193–2202, 06 2020. Disponível em: <<https://scielosp.org/article/csc/2020.v25n6/2193-2202/pt/>>.
- GRZYWACZ, et al. Virtual reality gaming and its impact and effectiveness in improving eye–hand coordination and attention concentration in the oldest-old population. *Journal of Clinical Medicine*, v. 14, n. 13, p. 4651, 2025.
- HARADA, C. N.; LOVE, M. C. N.; TRIEBEL, K. L. The impact of age on cognition. *Clinics in Geriatric Medicine*, v. 29, n. 4, p. 737–752, 2013. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4906299/>>.
- HUGHES, C. P. et al. A new clinical scale for the staging of dementia. *The British Journal of Psychiatry*, v. 140, p. 566–572, 1982. Acesso em: [coloque aqui a data de acesso]. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7104545/>>.
- IBGE. *Em 2022, analfabetismo cai, mas continua mais alto entre idosos, pretos e pardos e no Nordeste*. 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37089-em-2022-analfabetismo-cai-mas-continua-mais-alto-entre-idosos-pretos-e-pardos-e-no-nordeste>>.
- IBGE. *Projeção da população*. 2024. <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projacao-da-populacao.html>>. Acesso em: 04 março 2025. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projacao-da-populacao.html>>.
- IBGE. *No Brasil, 88,9% da população de 10 anos ou mais tinha celular em 2024*. 2025. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/44032-no-brasil-88-9-da-populacao-de-10-anos-ou-mais-tinha-celular-em-2024>>.
- JANG, H.; YEO, M. et al. Effects of smartphone application-based cognitive training at home on cognition in community-dwelling non-demented elderly individuals: A randomized controlled trial. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 2021.
- KALACHE, A.; VERAS, R. P.; RAMOS, L. R. O envelhecimento da população mundial: um desafio novo. *Revista de Saúde Pública*, v. 21, n. 3, p. 200–210, jun 1987. ISSN 0034-8910. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rsp/a/RRbSJj3PsLtCXyLPqzTJh6Q/?l=ang=pt>>.
- KAUFMAN, D.; SAUVÉ, L.; IRELAND, A. *Playful Aging: Digital Games for Older Adults*. 2020. 1-44 p. Disponível em: <https://agewell-nce.ca/wp-content/uploads/2020/02/AGE-WELL_WP4.2_White-paper_GAMES.pdf>.
- KOLARČIK, P. et al. Older adults' barriers to use technology in daily living: A qualitative study. *Menopause*, v. 27, n. 9, p. 1040–1047, 2020. Disponível em: <https://journals.lww.com/nams/fulltext/2020/09040/older_adults_barriers_to_use_technology_in_daily.8.aspx>.

- LIN, Y. H. et al. Development and evaluation of a computer game combining physical and cognitive activities for the elderly. *IEEE Access*, v. 8, p. 216822–216834, 2020.
- LIU, H. et al. Study on adjuvant medication for patients with mild cognitive impairment based on vr technology and health education. *Contrast Media & Molecular Imaging*, v. 2021, n. 2021, p. 1187704, 2021.
- LLORENTE, et al. Assessment of cognitive games to improve the quality of life of parkinson's and alzheimer's patients. *Digital Health*, v. 10, 2024.
- LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Mini-exame do estado mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Revista de Saúde Pública*, v. 40, n. 4, p. 712–719, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rsp/a/cVxz6HrRKxvtyNDcXqLrdxM/?lang=pt>>.
- MARYAM, R. S. et al. Kedusia-rsm: Un modelo de enfermería basado en android para la prevención de la demencia y una mejor función cognitiva en adultos mayores. *Enfermería Global*, v. 22, n. 72, p. 191–216, 2023. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.6018/eglob.al.557881>>.
- MONTAÑO, M. B. M. M.; RAMOS, L. R. Validade da versão em português da clinical dementia rating. *Revista de Saúde Pública*, v. 39, n. 6, p. 912–919, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rsp/a/K3TRXLdkq7T7C3chjHTPV6S/?lang=pt>>.
- NASREDDINE, Z. S. et al. The montreal cognitive assessment, moca: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, v. 53, n. 4, p. 695–699, 2005.
- National Center for Biotechnology Information. *Cognitive Impairment*. 2023. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559052/>>.
- Notion Labs, Inc. *Notion*. 2025. Acesso em: 12 dez. 2025. Disponível em: <<https://www.notion.so>>.
- OUZZANI, M. et al. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic reviews*, Springer, v. 5, p. 1–10, 2016.
- PAGE, M. J. et al. The prisma 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, 2021.
- Portal Gov.br. *Acessar Centro-Dia*. 2025. Acesso em: 03 jan. 2026. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/servicos/acessar-centro-dia>>.
- PURDY, E. R. *Elderly and Technology*. 2021. Disponível em: <<https://www.ebsco.com/research-starters/technology/elderly-and-technology>>.
- ROBERT, P. et al. Efficacy of a web app for cognitive training (memo) regarding cognitive and behavioral performance in people with neurocognitive disorders: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, v. 22, n. 3, p. e17167, 2020.
- SOARES, E.; COELHO, M. de O.; CARVALHO, S. M. R. de. *Capacidade funcional, declínio cognitivo e depressão em idosos institucionalizados: possibilidade de relações e correlações*. 2012. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/kairos/article/view/9541/11434>>.

- SOUSA, L. M. M. et al. Remote cognitive stimulation activities during the covid-19 pandemic. *Frontiers in Public Health*, 2024. Disponível em: <<https://PMC10896484/>>.
- TSAI JEANIE BEH, C. G. e. A. P. Y. I.-P. Intervenções digitais para envelhecimento saudável e saúde cognitiva em idosos: uma revisão sistemática de estudos com métodos mistos e meta-análise. *BMC Geriatrics*, v. 24, 2024.
- VELLOSO, V. et al. Cognitive interventions for healthy older adults: A systematic meta-review. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, v. 25, n. 1, p. 100538, 2025.
- WOODS, B. et al. Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2023. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9891430/>>.
- World Health Organization. *Evidence profile: cognitive stimulation and training for reducing the risk of cognitive decline and/or dementia*. Geneva: World Health Organization, 2019. NBK542804. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542804/>>.
- World Health Organization. *Dementia*. 2023. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>>.
- YAFFE, K. et al. Subtype of mild cognitive impairment and progression to dementia and death. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, v. 22, n. 4, p. 312–319, 2006.
- YAP, Y.; TAN, S.; CHOON, S. Elderly's intention to use technologies: A systematic literature review. *Helijon*, v. 8, n. 1, p. e08765, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022000536>>.
- YU, R.; LEUNG, G.; WOO, J. Randomized controlled trial on the effects of a combined intervention of computerized cognitive training preceded by physical exercise for improving frailty status and cognitive function in older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 4, p. 1396, 2021.
- YUN, B. H. et al. Development and effectiveness of an ai chatbot-based mobile cognitive screening and customized training application for preventing dementia: Older adults living in rural areas of south korea. *Archives of Design Research*, v. 37, n. 5, p. 77–90, 2024.
- ZHU, R. et al. Multisensory training based on an app for enhanced verbal working memory in older adults. *Internet Interventions*, v. 38, p. 100767, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.invent.2024.100767>>.