

USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS INTERATIVAS PARA ESTIMULAR A COGNIÇÃO EM INDIVÍDUOS COM DA: UMA ABORDAGEM BASEADA EM JOGOS SÉRIOS

Alysson Pereira dos Santos¹, André Faria Ruaro²

Resumo: Com o envelhecimento da população mundial, as demências e os declínios cognitivos leves vêm se tornando cada vez mais prevalentes, representando um importante desafio para a saúde pública. Nesse contexto, o presente trabalho propõe a utilização da estimulação cognitiva por meio de um jogo digital sério como forma de intervenção não farmacológica voltada à manutenção e ao fortalecimento das funções cognitivas. O jogo, baseado na mecânica do jogo da memória, tem como objetivo auxiliar na redução da progressão dos sintomas associados à Doença de Alzheimer, o tipo de demência mais comum entre os idosos. A proposta busca aliar aspectos lúdicos e terapêuticos, promovendo o engajamento dos usuários e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida de indivíduos com Alzheimer ou Declínio Cognitivo Leve.

Palavras-chave: doença de Alzheimer; declínio cognitivo leve; estímulo cognitivo; jogos sérios.

ABSTRACT: With the aging of the global population, dementia and mild cognitive impairment are becoming increasingly prevalent, representing a significant public health challenge. In this context, this study proposes the use of cognitive stimulation through a serious digital game as a form of non-pharmacological intervention aimed at maintaining and strengthening cognitive functions. The game, based on the mechanics of a memory game, aims to help reduce the progression of symptoms associated with Alzheimer's disease, the most common type of dementia among the elderly. The proposal seeks to combine playful and therapeutic aspects, promoting user engagement and contributing to improving the quality of life of individuals with Alzheimer's or Mild Cognitive Impairment.

Keywords: Alzheimer's disease; cognitive stimulation; mild cognitive decline; serious games.

¹Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), alyssonempire84@unesc.net

²Orientador. Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), andre.ruaro@unesc.net

1 INTRODUÇÃO

Em 2020 estima-se que existiam cerca de 55 milhões de pessoas ao redor do mundo acometidas por demência, podendo chegar até 78 milhões em 2030 e seguir dobrando a cada 20 anos (Association, 2025). No caso do Brasil, a quantidade estimada de pessoas que sofrem da Doença de Alzheimer (DA) é cerca de 1,2 milhões (BRASIL, 2023).

A DA é um tipo de demência que acomete, na maioria dos casos, idosos de 60 anos de idade, mas que pode atingir pessoas que tenham em torno de 40 anos de idade em casos mais raros, degradando progressivamente as atividades cognitivas e a memória dos indivíduos (Smith, 1999).

Os benefícios de se praticar atividades físicas já são muito bem conhecidos, e também já foram muito bem observados em idosos portadores de DA (Xavier et al., 2022). Integrando os benefícios da atividade física com tecnologia, existe um estudo utilizando uma abordagem gamificada com o videogame Nintendo Wii-boliche, onde foram avaliados os efeitos positivos deste tipo de intervenção no exercício das funções motoras e cognitivas dos idosos (Wittelsberger et al., 2012). Contudo, a atividade física não é a única forma de diminuir os impactos da DA, e às vezes pode não ser realizada por qualquer pessoa, como em caso de indivíduos com limitações físicas e/ou motoras altamente restritivas.

Tendo em vista os sintomas de neurodegeneração decorrentes da DA, hábitos que promovem o estímulo das atividades cognitivas da população idosa são uma maneira eficaz de retardar a progressão da doença e auxiliar em seu tratamento (Cruz et al., 2015). Com o auxílio da tecnologia, pode-se estimular a atividade cognitiva dos idosos através de jogos digitais sérios, como o clássico Jogo da Memória, a fim de mitigar os sintomas da DA e garantir melhor qualidade de vida para os indivíduos diagnosticados ou aos que ainda não desenvolveram esta doença, prevenindo o futuro surgimento da DA (Valladares-Rodriguez et al., 2017).

Jogos sérios são ferramentas que têm como objetivo principal auxiliar no ensino, aprendizagem ou treinamento dos jogadores ao invés de servir apenas como entretenimento (Aldrich, 2005). São comumente utilizados nas áreas da saúde, militar, educação, corporativa e em demais áreas cujo os treinamentos, caso fossem realizados por meios tradicionais, envolveriam um elevado custo em recursos, tanto humanos quanto tecnológicos (Balci, 2012).

No caso da saúde, jogos sérios desempenham um papel impor-

tante facilitando a adesão dos indivíduos aos tratamentos por se tratar de uma atividade potencialmente prazerosa e engajante. Um exemplo de sua aplicação são jogos que utilizam de movimentos físicos dos membros do jogador para montar quebra-cabeças, servindo de tratamento fisioterapêutico para indivíduos com limitação de movimento causada por AVC (Lima et al., 2021).

Diante da necessidade de promover a estimulação cognitiva de forma acessível e eficiente, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo sério, no formato de Jogo da Memória, que foi construído utilizando ferramentas de desenvolvimento nativo e em linguagem JavaScript. O jogo foi aplicado para idosos diagnosticados com DA e/ou declínios leves de cognição (DCL), como um meio não invasivo e não farmacológico de reduzir o declínio cognitivo, que é característico da demência.

Com o crescente aumento da expectativa de vida, a população idosa se torna cada vez mais numerosa, e com ela também cresce o número de casos de demência, crescimento este que se torna mais acentuado em países desenvolvidos (Smith, 1999). Tendo em vista este aumento da população idosa, a demência se torna um problema cada vez mais frequente e que merece certo grau de atenção.

Estudar os benefícios de uma intervenção tecnológica e digital no tratamento de enfermidades é de grande valor social pois fornece uma alternativa além da intervenção farmacológica com medicamentos, que possui um potencial limitado. Além disso, existem estudos que comprovam a eficácia da estimulação cognitiva no auxílio ao tratamento da demência (Cruz et al., 2015), de forma que tal estimulação pode retardar a progressão da demência e até mesmo prevenir o possível aparecimento dela em indivíduos que ainda não a desenvolveram (Valladares-Rodriguez et al., 2017).

A escolha de um jogo digital sério como ferramenta de estímulo cognitivo se dá pelo seu fácil acesso através de dispositivos móveis, como celulares e tablets. A ferramenta não apresenta grande complexidade e seu manuseio pode ser feito pelo cuidador do paciente, se necessário. Além disso, o uso de uma ferramenta digital favorece a inclusão e a familiaridade dos indivíduos, que em sua maioria são idosos, com o mundo digital e a tecnologia (Ramos et al., 2022).

Uma qualidade comum dos jogos é que eles são ótimas formas de entretenimento e passatempo no mundo contemporâneo. Os jogos sérios herdam essa característica, por mais que não sejam desenvolvidos

para esta finalidade (Aldrich, 2005), e portanto podem ser uma experiência prazerosa e engajante para os indivíduos acometidos por demência, favorecendo a adesão destes ao tratamento baseado em estímulos cognitivos.

O declínio cognitivo leve (DCL) é um estágio inicial de perda de memória ou de outra capacidade cognitiva (como a linguagem ou a percepção visual/espacial), afetando a capacidade de realizar de forma independente a maioria das atividades da vida diária. A partir deste estágio o indivíduo pode desenvolver a demência propriamente dita, ou não. A demência mais prevalente é a Doença de Alzheimer (Association, 2025).

A Doença de Alzheimer (DA) é uma neuropatologia que provoca uma degradação progressiva da memória e das funções cognitivas dos indivíduos, em sua maioria idosos de 60 anos ou mais, de maneira irreversível e de surgimento discreto. Ela é também o tipo mais comum de doença neurodegenerativa. (Long; Holtzman, 2019).

As causas da DA ainda não são bem esclarecidas, mas sabe-se que ela está relacionada a alteração de dois marcadores importantes no cérebro: o tau e a beta-amiloide. Tais alterações a princípio não apresentam sintomas, favorecendo para que a DA permaneça oculta durante esse período (Oliveira et al., 2021). A doença só é percebida assim que os primeiros sintomas começam a surgir, como esquecer-se de conversas recentes.

Com o passar do tempo essa perda de memória progride para níveis críticos onde o paciente pode esquecer-se dos nomes e rostos de amigos e parentes próximos, além de degradar as outras atividades cognitivas, dificultando a execução de tarefas cotidianas, tornando o indivíduo completamente dependente de um cuidador (Association, 2025).

Não existe tratamento capaz de curar a DA ou de reverter os danos por ela causados. Contudo, é possível desacelerar a progressão da doença e diminuir seus impactos através da intervenção farmacológica, com uso de medicamentos (Forlenza, 2005).

O uso de inibidores de acetilcolinesterase são um exemplo de tratamento comumente utilizado que pode auxiliar a neurotransmissão colinérgica, diminuindo o impacto dos sintomas (Twarowski; Herbet, 2023). Abordagens baseadas em imunoterapia estão sendo investigadas para tentar prevenir o surgimento da DA, com a exploração de possíveis vacinas que impedem a concentração da proteína beta-amilóide nas células nervosas, um dos fatores associados com o surgimento da DA (Twarowski; Herbet, 2023).

A cognição é todo o conjunto de processos executados pelo cérebro para permitir a aquisição e uso do conhecimento, que engloba a percepção, memória, aprendizado, raciocínio, tomadas de decisão, imaginação, comunicação e linguagem. Ela é o que permite todas as interações entre indivíduos e destes com o meio ambiente (Vaz-Serra et al., 2010).

A cognição se desenvolve ao longo da vida de um indivíduo, à medida que ele adquire conhecimento e fortalece as ligações entre as células do cérebro através do exercício da mesma (Vaz-Serra et al., 2010).

Durante a infância, as atividades que promovem estímulos cognitivos e motores são importantes no desenvolvimento do raciocínio lógico, coordenação motora, concentração e resolução de problemas, além de promover o aprendizado de habilidades diversas (Souza, 2023). Na adolescência e fase adulta, tais atividades servem principalmente para reforçar as habilidades cognitivas, aprimorando a memória e a agilidade de raciocínio (Souza, 2023).

Além da intervenção tradicional através de medicamentos, o exercício das atividades cognitivas do paciente também é uma abordagem viável no combate à progressão da DA, e serve como complemento a outros tipos de tratamento, ajudando a manter a memória e a coordenação motora (Souza, 2023). Em um estudo conduzido por Kawashima (2013), foram observadas melhorias nas capacidades de raciocínio de idosos diagnosticados com demência, após estes participarem de uma rotina de atividades que consistia em resolver problemas matemáticos e questões de literatura, para estimular as atividades cognitivas destes indivíduos. Seus efeitos benéficos persistiram por até seis meses após o fim do programa (Kawashima, 2013).

No âmbito computacional, a maneira mais comum de promover o exercício das atividades cognitivas e motoras é através de jogos eletrônicos, podendo ser uma maneira prazerosa e engajante de exercitar o raciocínio lógico e as funções motoras.

A chegada de consoles equipados com sensores de movimento foi um marco significativo que permitiu a ascensão de jogos eletrônicos baseados em movimentos físicos. Por exemplo, o *Xbox 360* da Microsoft pode ser equipado com um dispositivo chamado *Kinect*, que é capaz de capturar os movimentos do jogador e utilizá-los em determinados jogos, exercitando a agilidade e a precisão dos movimentos do corpo (Queiroz et al., 2015). Jogos tradicionais se relacionam mais com a cognição, exigindo mais do raciocínio lógico que dos movimentos do corpo, como o Jogo da

Memória, o jogo de cartas *Solitaire* (conhecido como Paciência) e o famoso *Minesweeper* (Campo Minado).

Jogos digitais sérios são uma variação do que se conhece como jogos eletrônicos, porém ao contrário dos jogos tradicionais, um jogo digital sério utiliza de ferramentas tecnológicas para criar um ambiente fictício que serve como uma representação próxima da realidade para fins educacionais ou de treinamento, não visando exclusivamente o entretenimento (Aldrich, 2005). Suas aplicações vão desde o âmbito educacional e corporativo, ao científico e militar.

Apesar da sua escassez na área da saúde, os jogos sérios têm se tornado cada vez mais presentes nesta área, principalmente no auxílio à formação de novos profissionais, na conscientização e em terapias clínicas para fins de diagnóstico e reabilitação (Lima et al., 2021). Como os projetos de jogos para a saúde dispõem de menos recursos orçamentais do que os jogos voltados ao entretenimento, os jogos sérios para a saúde surgem, em sua maioria, de trabalhos e pesquisas acadêmicos (Lima et al., 2021).

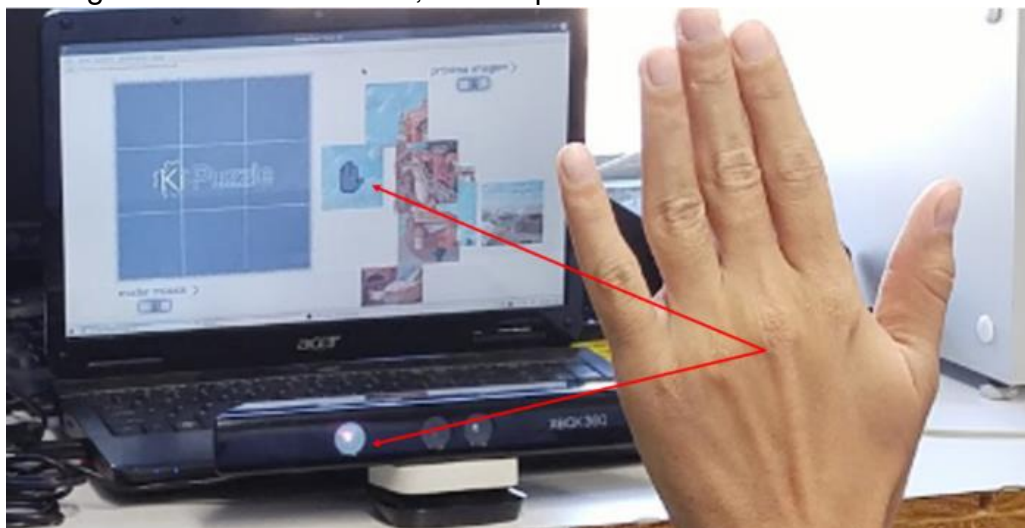
Para fins de reabilitação, nos casos em que os indivíduos apresentam limitações motoras que restringem parte de seus movimentos, os jogos sérios de realidade virtual podem apresentar abordagens interessantes para auxiliar na recuperação dos movimentos dos membros, como em indivíduos afetados por sequelas decorrentes de um AVC (Lima et al., 2021).

Como exemplo de aplicação, o jogo *GesturePuzzle* (Figura 1) desenvolvido por Brandão et al. (2019) foi projetado para auxiliar na reabilitação de indivíduos com limitações motoras decorrentes de AVC. No jogo, o paciente utiliza o movimento de um dos membros superiores para montar um quebra-cabeças virtual, exibido em uma tela à sua frente. Um cursor na tela acompanha o movimento do jogador através do sensor *Kinect*, de forma semelhante a um mouse, possibilitando que o jogador "pegue" e arraste as peças pela tela, por fim posicionando-as na matriz de encaixe (Brandão et al., 2019).

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram feitas pesquisas acerca de trabalhos com objetivos semelhantes, a fim de observar outras formas de abordagem do mesmo problema. O trabalho desenvolvido por Julie Caron, Daiana Biduski e Ana Carolina Bertoletti De Marchi trata-se de um Jogo da Memória digital (Figura 2), batizado pelas autoras como "Alz Memory", que tem como objetivo treinar a memória dos indivíduos que se encontram nos estágios iniciais de DA, onde a perda de memória começa a

ser percebida. O jogo foi desenvolvido como uma aplicação web, utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript (Caron; Biduski; Marchi, 2015). Seu design simples serviu como inspiração para o desenvolvimento do Déjà Vu, nome dado ao aplicativo desenvolvido no presente trabalho.

Figura 1 - *GesturePuzzle*, com captura de movimentos via *Kinect*.



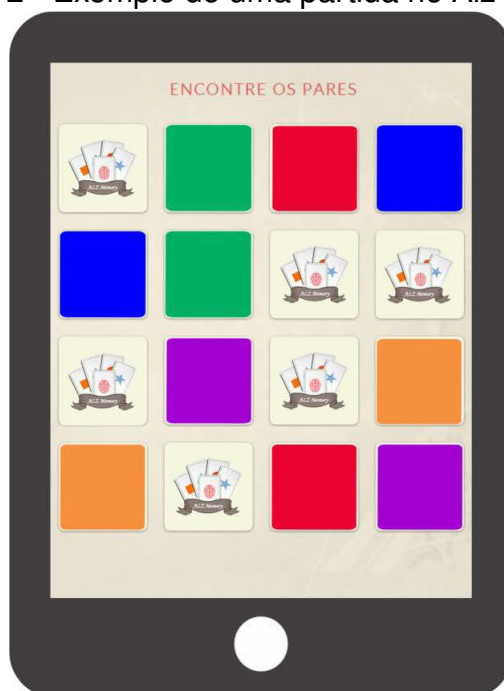
Fonte: Brandão et al. (2019).

Devido aos recursos e tempo necessários para realizar testes com usuários, as autoras optaram por avaliar a usabilidade do aplicativo através de inspeção, realizada por acadêmicos do curso de Ciência da Computação da Universidade de Passo Fundo (UPF). A avaliação apresentou notas bastante satisfatórias e os avaliadores constataram que a aplicação atende aos requisitos de usabilidade. Contudo, mais testes de usabilidade são necessários para finalmente testar a aplicação em indivíduos com DA (Caron; Biduski; Marchi, 2015).

Outro trabalho, desenvolvido por acadêmicos do curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP), também teve o objetivo de estimular a memória recente em idosos diagnosticados com DA, através de um jogo digital em formato de questionário online (Ramos et al., 2022).

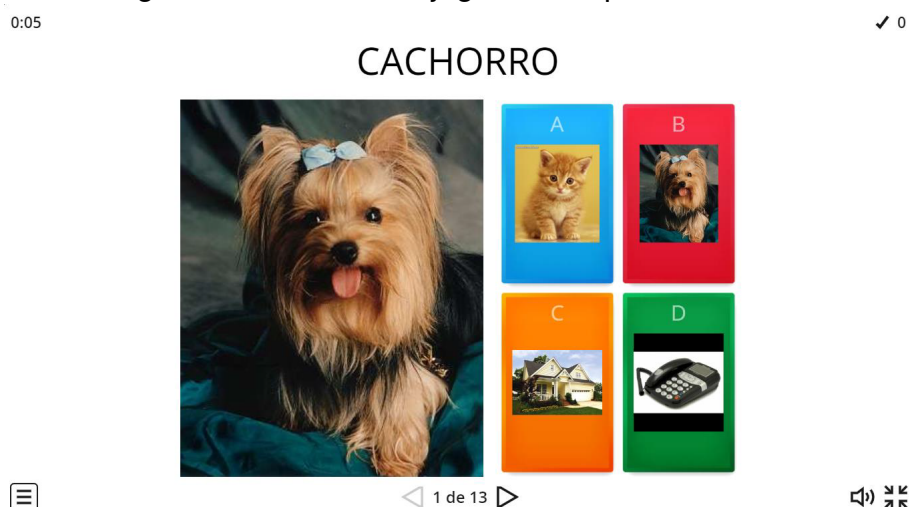
O jogo foi desenvolvido utilizando a plataforma *WordWall* e é composto de imagens que representam seres vivos e objetos presentes na vida diária dos idosos, a fim de favorecer a familiaridade dos usuários com o jogo. O jogo consiste em um questionário (Figura 3) com 13 questões, em que uma imagem é apresentada ao lado esquerdo da tela, enquanto outras quatro imagens em tamanho reduzido são apresentadas no lado direito. O jogador deve indicar qual das quatro imagens ao lado direito corresponde à imagem do lado esquerdo (Ramos et al., 2022).

Figura 2 - Exemplo de uma partida no Alz Memory.



Fonte: Caron, Biduski e Marchi (2015).

Figura 3 - Interface do jogo, criada pelo WordWall.



Fonte: Ramos et al. (2022).

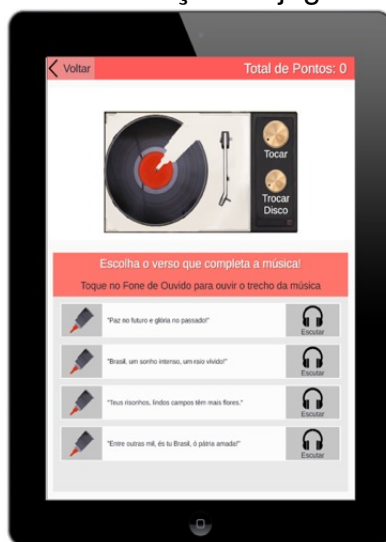
Os autores deste trabalho também citaram o Alz Memory, de Caron, Biduski e Marchi (2015), e compararam a abordagem de ambos os trabalhos, destacando a atenção dada ao desenvolvimento da interface intuitiva para atender ao público portador de DA e ao medir o tempo total para concluir a partida como métrica de desempenho (Ramos et al., 2022). Uma métrica para análise de desempenho semelhante também foi implementada no Déjà Vu.

Desenvolvido por Maria Andréia Formico Rodrigues e Germano Pessoa Ciarlini Teixeira, a plataforma Ativa Mente também tem o objetivo de estimular a cognição, mas voltado para indivíduos diagnosticados com Transtorno Neurocognitivo Maior (Teixeira; Rodrigues, 2019).

A plataforma propõe a participação de um segundo jogador, podendo ser um profissional da saúde ou alguém próximo ao paciente, cujo a função no contexto da aplicação é de guiar e elaborar os desafios para o jogador principal (o paciente) através de uma interface intuitiva. Ativa Mente conta com dois jogos digitais: *Discos de Vinil* e *Imagens* (Teixeira; Rodrigues, 2019).

O primeiro jogo consiste em selecionar e ouvir uma música, de uma lista de músicas disponíveis, e depois ouvi-la novamente com alguns trechos ausentes, cabendo ao jogador o desafio de completa-la como um quebra-cabeças (Figura 4), assim estimulando a memória recente (Teixeira; Rodrigues, 2019).

Figura 4 - Quebra-cabeças do jogo *Discos de Vinil*.



Fonte: Teixeira e Rodrigues (2019).

O segundo jogo, *Imagens*, é um quebra-cabeças constituído por imagens que são previamente fragmentadas pelo aplicativo (Figura 5), desafiando o jogador a reposicionar os fragmentos a fim de restaurar a imagem original. As imagens utilizadas podem ser as já incluídas no Ativa Mente ou podem ser carregadas com auxílio do segundo jogador (Teixeira; Rodrigues, 2019).

Após a avaliação de um neurologista, este concluiu que a aplicação mostrou-se muito promissora, destacando que a abordagem proposta pelo jogo pode explorar diversas áreas da cognição humana, e podendo

estimular a cognição em indivíduos com Transtorno Neurocognitivo Maior (Teixeira; Rodrigues, 2019). Assim como o trabalho de Andréia e Germano, o Déjà Vu também foi utilizado por um grupo de profissionais especializados em neuropatologias que auxiliaram nos testes e coleta de dados.

Por fim há um trabalho de origem internacional, dos autores Henrique Gil e Sônia Gonçalves, no qual foi realizada uma investigação qualitativa para verificar a eficácia dos jogos digitais como ferramentas de exercício das atividades cognitivas em idosos portadores de demência (Gil; Gonçalves, 2020).

Figura 5 - Fragmentos embaralhados de uma imagem.



Fonte: Teixeira e Rodrigues (2019).

Os autores selecionaram onze idosos voluntários diagnosticados com demência e os dividiram em dois grupos. O grupo A foi composto por três idosos cujo a demência já se encontrava em sua fase moderada. O grupo B consistia de oito idosos portadores da demência em sua fase inicial ou DCL. Para cada grupo foram utilizados aplicativos diferentes, sendo eles o *MemoryLife* e *Jogos de Atenção* (Gil; Gonçalves, 2020).

Após as sessões com ambos os grupos, concluiu-se que os jogos utilizados conseguiram cumprir seu objetivo de estimular a cognição nestes dois grupos de participantes, mesmo não sendo em níveis considerados altos (Gil; Gonçalves, 2020). Os autores também destacaram a observação de que os participantes, mesmo aqueles com grau de demência mais elevada, apresentaram um bom desempenho em jogos relacionados com a contagem e gerenciamento de dinheiro, tendo em vista que a gestão financeira foi uma prática bastante frequente na vida cotidiana destes participantes, assim sendo uma atividade que sofreu poucos impactos em

razão da demência (Gil; Gonçalves, 2020).

O objetivo geral do presente trabalho foi de estimular a cognição de indivíduos com DCL ou DA por meio de um jogo digital com abordagem lúdica. Os objetivos específicos por sua vez foram: compreender o que é a DA, entender o conceito de jogos sérios, aplicar esse conceito no tratamento da doença e realizar testes práticos com indivíduos diagnosticados com DCL ou DA.

As seções que compõem este trabalho estão organizadas da seguinte forma: a Introdução apresenta o problema de pesquisa e sua fundamentação teórica, além de contextualizar os trabalhos correlatos que serviram de base para a proposta. Em seguida, a seção de Materiais e Métodos detalha o processo de desenvolvimento da aplicação e os procedimentos adotados na realização dos testes. A seção de Resultados e Discussão apresenta e analisa os dados obtidos, permitindo a comparação e interpretação dos achados. Por fim, a Conclusão reúne as considerações finais e as perspectivas para trabalhos futuros.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

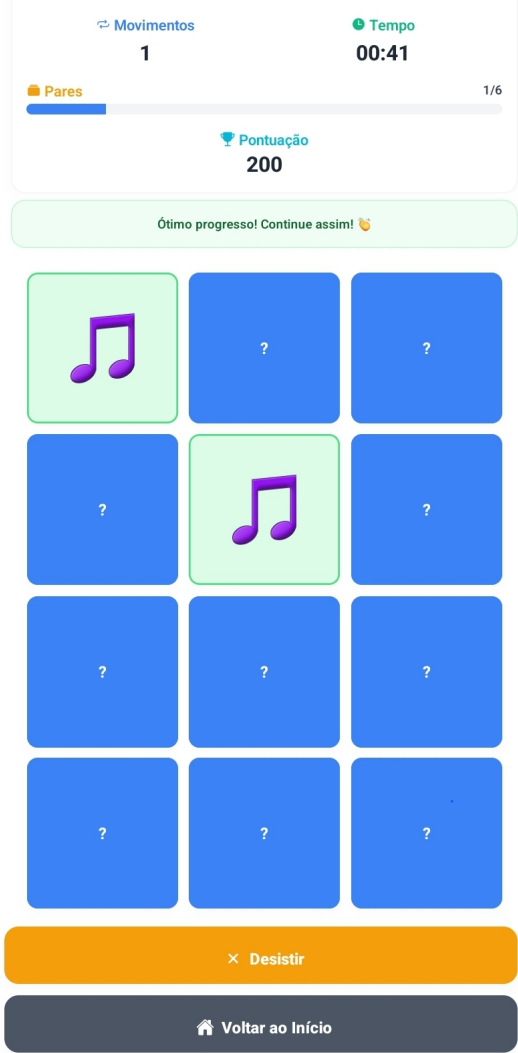
Estimular a atividade cognitiva em indivíduos diagnosticados com DCL ou DA através de um jogo da memória trata-se de uma pesquisa com base tecnológica, de caráter exploratório e qualitativo, aplicando o conceito de jogos digitais sérios.

O jogo foi desenvolvido para funcionar em dispositivos móveis, como celulares e tablets, e para isso foi feito utilizando o *framework React Native* e compilado através do *Expo*. Dentre suas principais funções está o próprio Jogo da Memória, com design minimalista para o verso das cartas, e suas figuras são baseadas na biblioteca de emojis nativa do dispositivo no qual o jogo está sendo executado (Figura 6). Também há um contador de pontos que incrementa a cada combinação bem sucedida para manter o aspecto lúdico de um jogo e estimular ligeiramente a competitividade do jogador, um cronômetro registrando o tempo decorrido na partida e uma barra de progresso que aumenta conforme o usuário se aproxima de concluir a partida. O jogador pode encerrar a partida a qualquer momento através do botão "desistir", ou voltar à tela inicial sem adicionar a partida atual ao histórico.

A aplicação recolhe métricas quantitativas como a quantidade de movimentos, combinações realizadas, tempo de partida, tempo médio entre cada virada de carta e uma observação em forma de texto para ser inse-

rida pelo aplicador do jogo. Por fim estas informações são exibidas na tela de "histórico", que ordena os jogos em um ranking baseado na pontuação das partidas, além de calcular e exibir o tempo médio entre todas as partidas, quantidade média de movimentos, quantidade de partidas concluídas e total de partidas (Figura 7). Estas informações podem ser exportadas em formato de arquivo JSON para análise posterior.

Figura 6 - Início de partida no modo "fácil".

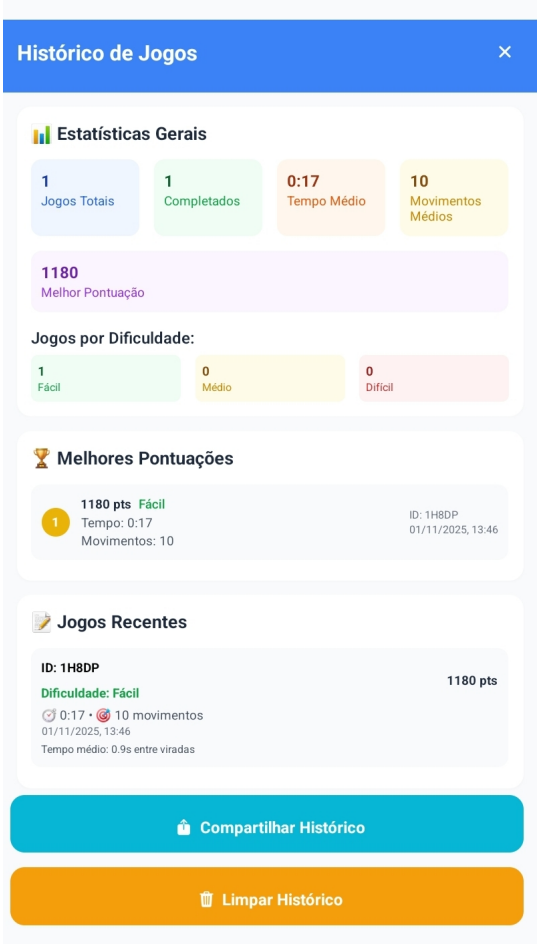


Fonte: Gerado pelo autor.

O desenvolvimento da aplicação envolveu etapas importantes para garantir a usabilidade por indivíduos portadores de DCL ou DA, como projetar uma interface amigável e de fácil visualização, com tamanhos de fonte maiores para facilitar a leitura, cores distintas e baixa quantidade de informação em tela a fim de evitar confusão. A dificuldade do jogo também precisou ser adequada às limitações do público-alvo, composto por

pessoas que sofrem de uma patologia neurodegenerativa que diminui consideravelmente a capacidade cognitiva e motora.

Figura 7 - Tela de histórico de partidas para exportação.



Fonte: Gerado pelo autor.

Para a realização dos testes da aplicação, foi necessário obter a aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). A aplicação dos testes utilizando a ferramenta foi realizada com o auxílio do DNG - Grupo de pesquisa em Doenças Neurodegenerativas, do Laboratório de Neurologia Experimental da UNESC, a fim de garantir o bem-estar e o conforto dos usuários. Os pesquisadores puderam aplicar o jogo em conjunto com as suas demais técnicas utilizadas na avaliação do estado mental dos pacientes e tiveram liberdade para complementar ou não a coleta de dados realizada durante os testes.

Durante os testes, foram observadas e coletadas informações como o tempo de reação do usuário (tempo para selecionar e virar as cartas), tempo total que ele leva para terminar uma partida, além da quantidade de movimentos. Ao final de cada partida, os usuários foram convi-

dados a jogar novamente, para verificar seu interesse e engajamento na ferramenta.

As etapas que constituíram o presente trabalho envolveram: conhecer o que é a Doença de Alzheimer e o declínio cognitivo leve, bem como suas causas conhecidas e seus impactos na saúde e no bem-estar do indivíduo, levantar os requisitos funcionais necessários da aplicação, desenvolver a interface de jogo para que seja clara e pouco complexa, desenvolver as mecânicas de jogo como virar as cartas, combinar os pares e embaralhar o tabuleiro, selecionar e realizar os testes com indivíduos voluntários, dando preferência aos portadores de DCL por se tratar de uma condição menos debilitante que a DA, e por fim analisar as informações recolhidas nos testes e comparando com valores de referência recolhidos com pessoas não portadoras de DCL ou DA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados descritos nesta seção originaram-se de testes realizados com idosos portadores de DCL ou não, com faixa etária entre 60 e 89 anos. Ao todo, os testes contaram com 63 indivíduos participantes, que jogaram um total de 70 partidas. As partidas foram separadas em dois grupos: o Grupo DCL (partidas realizadas por indivíduos com DCL) e o Grupo Controle (realizadas por indivíduos sem DCL), compostos por 10 e 60 partidas, respectivamente. Das 70 partidas, 12 foram jogadas por homens e 58 por mulheres. Para analisar o desempenho por faixa etária, as partidas foram agrupadas em Faixa A (partidas de pessoas com idade entre 60 e 70 anos), Faixa B (idade entre 71 e 80 anos) e Faixa C (idade entre 81 e 89 anos).

Foram registradas 55 partidas no nível fácil, 11 partidas no nível médio e 4 partidas no nível difícil. Todos os membros do grupo DCL jogaram exclusivamente no nível fácil.

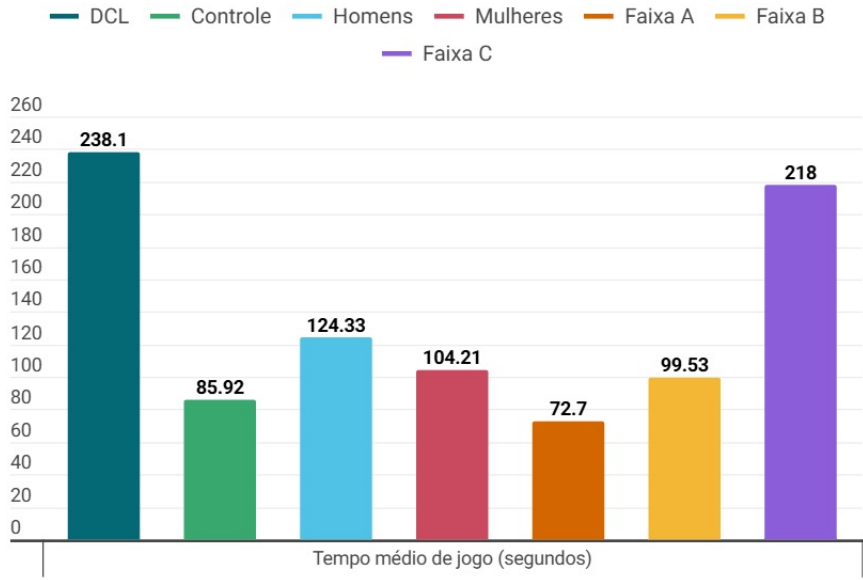
Ao analisar o tempo médio das partidas (Figura 8) é nítido que os participantes do grupo DCL levaram mais tempo para encontrar todos os pares, tendo em vista que são mais suscetíveis a desvios de foco e terem um pouco mais de dificuldade em lembrar das figuras.

Analisando a quantidade média de movimentos (Figura 9), não houve diferença significativa entre as médias do grupo DCL e do grupo Controle para a amostra analisada.

Observou-se que o tempo médio de pensamento, correspondente ao intervalo entre as viradas de carta, foi significativamente supe-

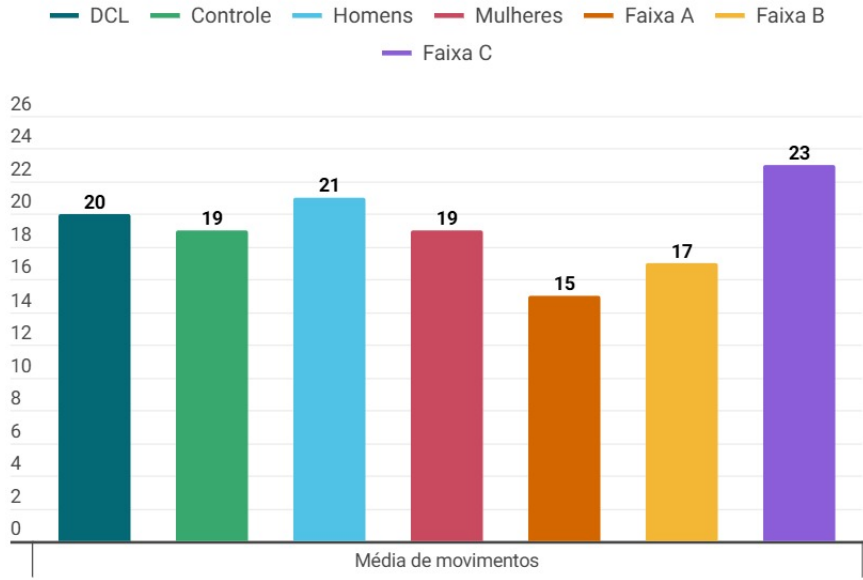
rior entre os participantes do grupo DCL (Figura 10). Esse resultado indica um maior tempo de processamento cognitivo, refletindo diretamente no aumento do tempo total de jogo em comparação ao grupo Controle.

Figura 8 - Análise do tempo de partida.



Fonte: Gerado pelo autor.

Figura 9 - Análise da média de movimentos.

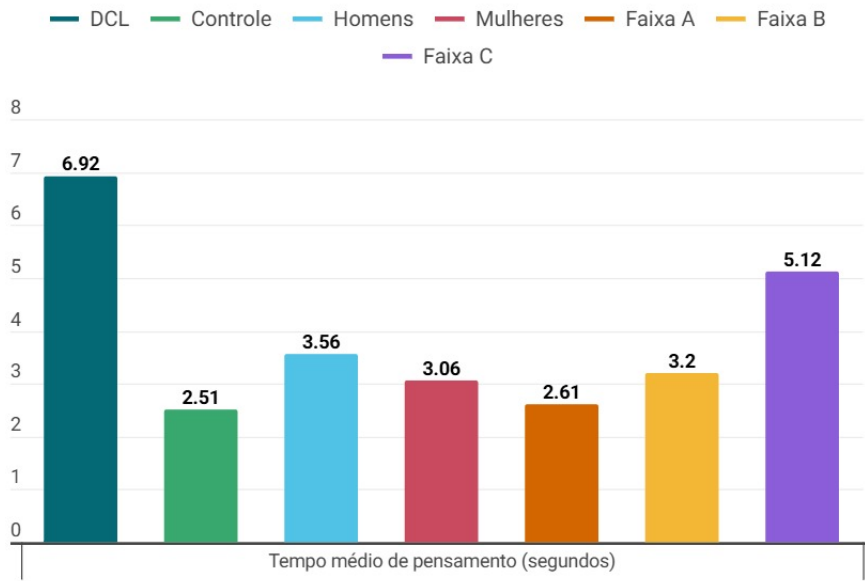


Fonte: Gerado pelo autor.

Dentre as 70 partidas registradas, 12 foram realizadas por homens e 58 por mulheres. Observou-se que o público feminino demonstrou maior abertura e disposição em participar da pesquisa e em experimentar

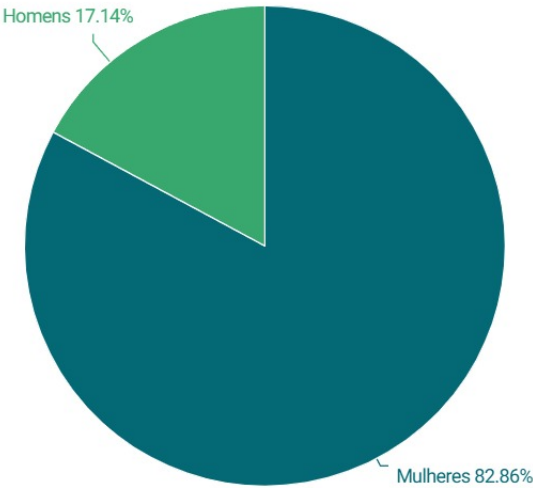
o jogo da memória, quando comparado ao público masculino (Figura 11). Essa diferença pode indicar uma tendência maior de engajamento entre as mulheres em atividades de estimulação cognitiva mediadas por tecnologia.

Figura 10 - Análise do tempo entre viradas de cartas.



Fonte: Gerado pelo autor.

Figura 11 - Proporção de partidas por gênero.



Fonte: Gerado pelo autor.

A análise dos resultados evidenciou que o tempo médio de execução das partidas tende a aumentar conforme a faixa etária, sugerindo uma relação direta entre o avanço da idade e o aumento do tempo necessário para a realização das tarefas. Além disso, foram identificadas diferenças expressivas entre os grupos com Declínio Cognitivo Leve (DCL) e

Controle, tanto no tempo médio de jogo quanto no tempo médio de pensamento. Apesar disso, observou-se que alguns participantes com DCL apresentaram desempenhos notavelmente próximos aos do grupo Controle, o que reforça a importância de considerar as particularidades individuais e os diferentes estágios do comprometimento cognitivo na interpretação dos resultados.

Em relação aos trabalhos analisados, o presente estudo diferenciase principalmente pela forma como a coleta e a análise dos resultados foram conduzidas. Enquanto os estudos de Caron, Biduski e Marchi (2015), de Ramos et al. (2022) e de Teixeira e Rodrigues (2019) concentraram-se em aspectos como usabilidade, proposta de interação com outro jogador e validação técnica, o presente trabalho incorporou uma etapa prática com o público-alvo composto por idosos portadores de DCL. Essa etapa permitiu observar o desempenho real dos participantes durante as partidas, gerando dados que complementam as contribuições anteriores.

Outra característica distintiva está na abordagem de análise. O jogo desenvolvido neste trabalho possibilitou a coleta de métricas quantitativas, como tempo total de partida, número de movimentos e tempo médio entre as ações, que foram comparadas entre grupos distintos (com e sem DCL) e segmentadas por faixa etária e gênero. Esse tipo de análise amplia o entendimento sobre o comportamento cognitivo dos jogadores e contribui para a validação do potencial dos jogos sérios como ferramenta de estímulo cognitivo.

Por sua vez, o trabalho de Gil e Gonçalves (2020) que investigou a eficácia de jogos digitais com idosos forneceu importantes evidências sobre os benefícios gerais dessa abordagem. O presente estudo busca se somar a essa linha de investigação, oferecendo um recorte mais específico ao focar em um único jogo digital e na coleta de dados detalhados sobre o desempenho individual dos participantes, favorecendo análises comparativas e futuras replicações experimentais.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvido um jogo digital sério com o propósito de atuar como uma ferramenta auxiliar no combate à neurodegeneração progressiva associada às demências. A aplicação, ao combinar aspectos lúdicos e terapêuticos, mostrou-se capaz de promover o engajamento dos participantes e de oferecer uma alternativa acessível, segura e não farmacológica para o estímulo das funções cognitivas.

Durante os testes realizados com idosos portadores de DCL, observou-se que o jogo proporcionou uma experiência agradável e intuitiva, estimulando a memória visual e a atenção dos participantes. Além disso, a coleta automática de métricas, como tempo de partida, número de movimentos e tempo médio de pensamento, permitiu gerar dados quantitativos relevantes para a análise do desempenho cognitivo. Esses dados constituem uma base inicial valiosa para futuras investigações que desejam aprofundar-se na avaliação dos benefícios cognitivos proporcionados pela aplicação.

A aplicação demonstra potencial para ser utilizada como ferramenta complementar em programas de estimulação cognitiva, tanto em ambientes clínicos quanto domiciliares, podendo auxiliar cuidadores e profissionais da saúde no acompanhamento do progresso dos pacientes. O uso de dispositivos móveis amplia ainda mais esse alcance, tornando a solução prática e de fácil implementação no cotidiano dos idosos.

O grupo de pesquisa que colaborou na coleta de dados demonstrou interesse e confiança no potencial da proposta, reforçando a relevância da iniciativa e a possibilidade de expansão do estudo em contextos clínicos mais amplos. Assim, o presente trabalho contribui não apenas para o campo da computação aplicada à saúde, mas também para o avanço de estratégias tecnológicas voltadas à melhoria da qualidade de vida de pessoas afetadas por demências.

Para trabalhos futuros, recomenda-se o aprimoramento do jogo com recursos de feedback adaptativo, níveis de dificuldade progressivos e registro de métricas cognitivas mais detalhadas, como número de acertos consecutivos e tempo de resposta a estímulos visuais, possibilitando uma análise ainda mais precisa da evolução cognitiva dos usuários. Estudos longitudinais poderão, ainda, avaliar os efeitos do uso contínuo do jogo sobre o desempenho cognitivo ao longo do tempo, consolidando sua eficácia como ferramenta de apoio terapêutico e preventivo.

REFERÊNCIAS

ALDRICH, C. **Learning by doing: A comprehensive guide to simulations, computer games, and pedagogy in e-learning and other educational experiences**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2005.

ASSOCIATION, A. **Dementia Statistics**. 2025. Acesso em: 30 abr. 2025. Disponível em: <<https://www.alz.org/alzheimers-dementia/facts-figures#prevalence>>.

BALCI, O. **A life cycle for modeling and simulation**. Simulation, 2012, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 88, n. 7, p. 870–883.

BRANDÃO, A. F. et al. **Investigation of fmri protocol for evaluation of gestural interaction applied to upper-limb motor improvement**. Journal on Interactive Systems, 2019, v. 10, n. 1.

BRASIL. **Alzheimer: condição afeta 1,2 milhão de pessoas no Brasil**. 2023. Acesso em: 27 set. 2024. Disponível em: <<https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202310/alzheimer-condicao-afeta-1-2-milhao-de-pessoas-no-brasil>>.

CARON, J.; BIDUSKI, D.; MARCHI, A. C. B. D. **Alz memory—um aplicativo móvel para treino de memória em pacientes com alzheimer**. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde, 2015, v. 9, n. 2.

CRUZ, T. J. P. d. et al. **Estimulação cognitiva para idoso com doença de alzheimer realizada pelo cuidador**. Revista Brasileira de Enfermagem, 2015, SciELO Brasil, v. 68, p. 510–516.

FORLENZA, O. V. **Tratamento farmacológico da doença de alzheimer**. Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo), 2005, SciELO Brasil, v. 32, p. 137–148.

GIL, H.; GONÇALVES, S. I. R. C. **As apps na aprendizagem ao longo da vida: população idosa com demências**. ieTIC2020, 2020, Porto. Universidade Aberta, p. 67–86.

KAWASHIMA, R. **Mental exercises for cognitive function: clinical evidence**. Journal of Preventive Medicine and Public Health, 2013, v. 46, n. Suppl 1, p. S22.

LIMA, T. F. M. de et al. **Jogos sérios em saúde: conceitos e aplicações**. Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde, 2021, p. 181 – 188.

LONG, J. M.; HOLTZMAN, D. M. **Alzheimer disease: an update on pathobiology and treatment strategies**. Cell, 2019, Elsevier, v. 179, n. 2, p. 312–339.

OLIVEIRA, J. de et al. **Inflammatory cascade in alzheimer's disease pathogenesis: A review of experimental findings**. Cells, 2021, MDPI, v. 10, n. 10, p. 2581.

QUEIROZ, B. M. d. et al. **Efeitos do exercício físico com exergames e em ergômetros no desempenho motor de idosos**. 2015.

RAMOS, L. V. et al. **Elaboração de jogo digital como recurso para estimulação da memória recente em idosos com alzheimer/developing a digital game as a resource for stimulation of recent memory in elderly with alzheimer**. Brazilian Journal of Development,[S. l.], 2022, v. 8, n. 6, p. 44824–44838.

SMITH, M. d. A. C. **Doença de alzheimer**. Brazilian Journal of Psychiatry, 1999, SciELO Brasil, v. 21, p. 03–07.

SOUZA, L. M. S. de. **A importância do desenvolvimento de atividades de estímulo cognitivo e motor no campo psicopedagógico**. Revista Brasileira de Educação Física, Saúde e Desempenho-REBESDE, 2023, v. 4, n. 2.

TEIXEIRA, G. P. C.; RODRIGUES, M. A. F. **Uma plataforma de jogos transformacionais para estímulo cognitivo em casos de transtorno neurocognitivo maior**. 2019.

TWAROWSKI, B.; HERBET, M. **Inflammatory processes in alzheimer's disease—pathomechanism, diagnosis and treatment: a review**. International journal of molecular sciences, 2023, MDPI, v. 24, n. 7, p. 6518.

VALLADARES-RODRIGUEZ, S. et al. **Design process and preliminary psychometric study of a video game to detect cognitive impairment in senior adults**. PeerJ, 2017, PeerJ Inc., v. 5, p. e3508.

VAZ-SERRA, A. et al. **Cognição, cognição social e funcionalidade na esquizofrenia**. Acta Médica Portuguesa, 2010, v. 23, n. 6, p. 1043–58.

WITTELSBERGER, R. et al. **Auswirkungen von nintendo-wii® bowling auf altenheimbewohner**. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, 2012, v. 46, p. 1–5.

XAVIER, M. D. d. S. X. et al. **Benefícios da atividade física para a promoção da saúde dos idosos com alzheimer: uma revisão de literatura**. Jornal de Investigação Médica (JIM), 2022, v. 3, n. 1, p. 063–071.