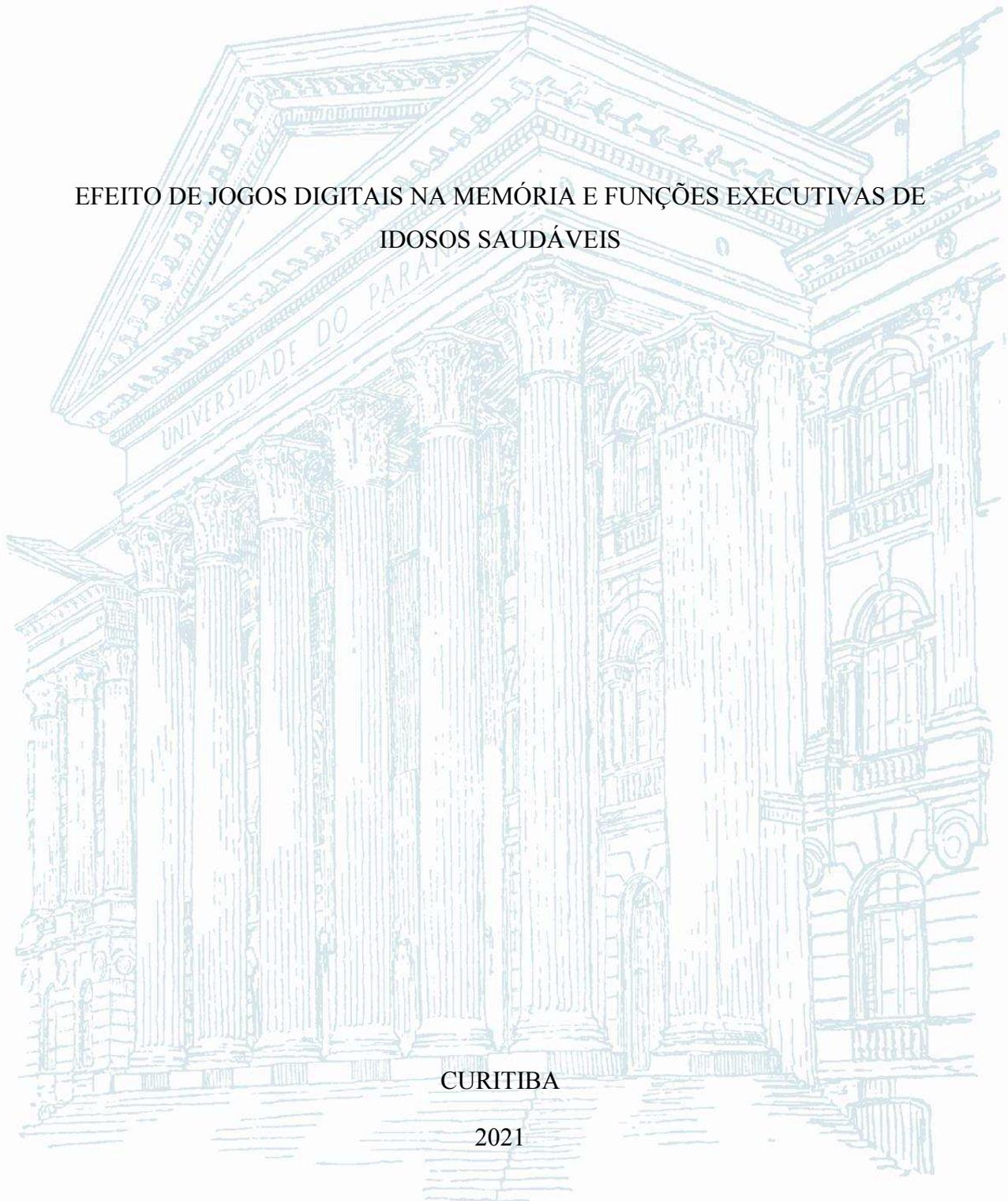


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WALEWSKA ZUKOSKI

EFEITO DE JOGOS DIGITAIS NA MEMÓRIA E FUNÇÕES EXECUTIVAS DE  
IDOSOS SAUDÁVEIS



CURITIBA

2021

WALEWSKA ZUKOSKI

EFEITO DE JOGOS DIGITAIS NA MEMÓRIA E FUNÇÕES EXECUTIVAS DE  
IDOSOS SAUDÁVEIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Psicologia, linha de pesquisa: Avaliação e Reabilitação Neuropsicológica, Setor de Ciências Humanas da Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de Mestre em Psicologia.

Orientador: Prof. Dr. Amer Cavalheiro Hamdan

CURITIBA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR –  
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS HUMANAS COM OS DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Fernanda Emanoéla Nogueira – CRB 9/1607

Zukoski, Walewska

Efeito de jogos digitais na memória e funções executivas de idosos saudáveis. /  
Walewska Zukoski. – Curitiba, 2021.

Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Setor de Ciências Humanas da Universidade  
Federal do Paraná.

Orientador : Prof. Dr. Amer Cavalheiro Hamdan

1. Envelhecimento – Aspectos psicológicos. 2. Funções executivas (Neuropsicologia).  
3. Jogos eletrônicos. 4. Memória em idosos. I. Hamdan, Amer Cavalheiro. II. Título.

CDD – 612.67



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS HUMANAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PSICOLOGIA -  
40001016067P0

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PSICOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **WALEWSKA ZUKOSKI** intitulada: **Efeito de jogos digitais na memória e funções executivas de idosos saudáveis**, sob orientação do Prof. Dr. AMER CAVALHEIRO HAMDAN, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 19 de Março de 2021.

Assinatura Eletrônica

22/03/2021 17:43:02.0

AMER CAVALHEIRO HAMDAN

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

22/03/2021 10:43:59.0

TAIUANI MARQUINE RAYMUNDO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

29/03/2021 14:53:11.0

EDUARDO JOSE LEGAL

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ)

---

Praça Santos Andrade, 50, 2o andar - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80060-010 - Tel: (41) 3310-2644 - E-mail: pgpsicologia@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 84081

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>  
e insira o código 84081

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Amer Cavalheiro Hamdan, por suas orientações, suporte e dedicação ao nosso projeto.

Ao professor Eduardo José Legal, que há anos se tornou fonte de inspiração para minha trajetória acadêmica e aspiração à docência.

À professora Taiuani Marquine Raymundo, profissional admirável cuja parceria se tornou essencial ao desenvolvimento desta pesquisa.

À minha família, e amigas por todo o suporte.

Aos idosos voluntários, que aceitaram fazer parte desta construção de conhecimentos.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal do Paraná, cujas discussões dentro e fora da sala de aula enriqueceram minha prática.

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

**“Os jogos não nos desviam de nossas vidas reais; eles preenchem nossas vidas reais”**

**Jane McGonigal**

## RESUMO

A presente dissertação é composta por três estudos. Primeiro, uma revisão sistemática intitulada “Qualidade metodológica de estudos com jogos digitais para treino de funções executivas com idosos: Revisão Sistemática”, objetivando avaliar a qualidade metodológica de estudos empíricos sobre uso de jogos digitais para treino das funções executivas de idosos saudáveis. Seguindo o protocolo PRISMA, foi pesquisado nas bases de dados *PubMed*, *Scopus*, e *PsycNET* os seguintes termos “*Computer Games*” and “*Cognitive Aging*” and “*Brain training*” and “*Executive Functions*”, por estudos publicados entre 2009 e 2019. Foram incluídos 25 estudos, avaliados com base no *checklist* de Downs & Black (1998) para análise de qualidade metodológica de estudos randomizados e não-randomizados. A maioria dos estudos utilizou *serious games* para treino cognitivo, e foi verificada alta variação do número e duração das sessões de treino. Os artigos analisados atingiram uma pontuação de 0,56 (de 0 a 1,0) sendo regular quanto aos requisitos de qualidade metodológica do *checklist*. É necessário maior rigor metodológico, principalmente quanto a validade externa, fator menos atendido nas pesquisas. Os dados demonstraram que as produções nessa área adotam uma diversidade de métodos em relação a duração dos treinos e tipos de jogos, dificultado a generalização dos resultados e consenso quanto aos efeitos dos jogos digitais para treino das funções executivas de idosos saudáveis. O segundo estudo consiste em uma revisão de escopo intitulada “*Computerized neuropsychological assessment of executive functions: a scoping review*” com objetivo de analisar quais instrumentos de avaliação computadorizados para funções executivas são descritos na literatura científica. Seguindo o protocolo PRISMA-ScR, a revisão foi conduzida nas bases de dados *PubMed*, *Web of Science*, *PsycINFO*, e *Scopus* por estudos publicados entre 2010 e 2020. Um total de 62 artigos foram incluídos. Todos os estudos realizaram medidas das propriedades psicométricas, a maioria com resultados positivos. A maior parte dos instrumentos é voltado para avaliação de adultos e a minoria para adolescentes. Os resultados indicaram um campo em crescimento, com preocupação pela qualidade psicométrica dos instrumentos. Por fim, o terceiro estudo consiste num artigo de pesquisa empírica intitulado “Efeito de jogos digitais na memória e funções executivas de idosos saudáveis”, com objetivo de investigar memória e funções executivas de idosos com e sem experiência com jogos digitais. Com metodologia caso-controle, e amostra de 50 idosos, sendo 28 jogadores e 22 não jogadores. Para avaliar as variáveis foram utilizados os instrumentos *Montreal Cognitive Assessment*, *Rey Auditory Verbal Learning Test*, Teste de Fluência Verbal, Teste de Trilhas (partes A e B), Stroop e Teste de Dígitos, além de anamnese para coleta de informações sociodemográficas e de experiência com jogos digitais. Os dados foram analisados por meio do Teste t de Student para amostras independentes com  $\alpha$  (alpha) < 0.05 estipulado para rejeição da hipótese nula, que indicou diferenças nos escores entre os grupos nos instrumentos Fluência verbal Animais:  $t(48) = 2,477$ ;  $p=0,017$ , Dígitos Direto:  $t(48) = 3,054$ ;  $p=0,004$ , Indireto:  $t(48) = 3,825$ ;  $p<0,0001$ , Total:  $t(48) = 4,313$ ;  $p<0,0001$ , Trail Making Test, parte B:  $t(48) = -2,910$ ;  $p=0,005$  e Teste de Stroop, parte 3:  $t(48) = -2,323$ ;  $p=0,024$ . Foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas entres os grupos em relação as funções executivas, e não foram observadas diferenças na memória. Os resultados indicam que jogos digitais tem potencial de promover benefícios para funções executivas de idosos. Por fim, esta dissertação visa contribuir com, e estimular pesquisas no campo da avaliação e estimulação cognitiva de idosos.

Palavras-Chave: Envelhecimento; Jogos digitais; Funções Executivas; Memória.

## ABSTRACT

This dissertation consists of three studies. First, a systematic review entitled "Methodological quality of studies with digital games for training executive functions with the elderly: Systematic Review" aiming to evaluate the methodological quality of empirical studies on the use of videogames for older adults executive functions training. Following the PRISMA protocol, PubMed, Scopus, and PsycNET databases were searched for the following terms "Computer Games" and "Cognitive Aging" and "Brain training" and "Executive Functions," for studies published between 2009 and 2019. Twenty-five studies were included and evaluated based on the Downs & Black (1998) checklist for methodological quality analysis of randomized and non-randomized studies. Most studies used serious games for cognitive training, and there was a high variation in the number and duration of training sessions. The analyzed articles reached a score of 0.56 (of 0 to 1.0), being regular regarding the checklist's methodological quality requirements. Greater methodological care is needed, especially regarding external validity, which was less attended to in included research. The data demonstrates that the productions in this area adopt a diversity of methods about the duration of the training and types of games, making it difficult to generalize the results and form a consensus on the effects of video games on healthy older adults' executive functions training. The second study is a scoping review entitled "Computerized neuropsychological assessment of executive functions: a scoping review," aiming to investigate which computerized assessment instruments for executive functions are described in the scientific literature. Following the PRISMA-ScR protocol, the review was conducted on PubMed, Web of Science, PsycINFO, and Scopus databases by studies published between 2010 and 2020. A total of 62 articles were included. All studies performed measurements of psychometric properties, most with positive results. Most of the instruments are aimed at assessing adults and the minority at adolescents. The results indicate a growing field with concern for the psychometric quality of the instruments. Finally, the third study consists of empirical research entitled "Effect of digital games on memory and executive functions of healthy older adults" to investigate older adults' memory and executive functions with and without videogame experience. With case-control methodology and a sample of 50 elderly, 28 players, and 22 non-players. The Montreal Cognitive Assessment, Rey Auditory Verbal Learning Test, Verbal Fluency Test, Trail Test (parts A and B), Stroop and Digit Test were used to assess the variables and anamnesis to collect sociodemographic and videogames experience information. The data were analyzed using Student's t-test for independent samples with  $\alpha$  (alpha)  $<0.05$  stipulated for rejection of the null hypothesis, which indicated differences in scores between groups in the instruments Verbal Fluency Animals:  $t(48) = 2,477$ ;  $p=0,017$ , Digits Direct:  $t(48)= 3,054$ ;  $p=0,004$ , Indirect:  $t(48) = 3,825$ ;  $p<0,0001$ , Total:  $t(48) = 4,313$ ;  $p<0,0001$ , Trail Making Test, part B:  $t(48) = -2,910$ ;  $p=0,005$  and Stroop test, part 3:  $t(48) = -2,323$ ;  $p=0,024$ . There were statistically significant differences between groups in relation to executive functions, and no differences in memory were observed. The results indicate that videogames may have the potential to promote benefits for the executive functions of older adults. Finally, this dissertation aims to contribute and stimulate researches in the field of cognitive assessment and stimulation of older adults.

Keywords: Aging; Videogames; Executive Functions; Memory.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ESTUDO 1 – ARTIGOS ANALISADOS .....	31
TABELA 1 – ESTUDO 2 – DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS INCLUÍDOS.....	51
TABELA 2 – ESTUDO 2 – SUMÁRIO DE INSTRUMENTOS POR PÚBLICO-ALVO.....	71
TABELA 1 – ESTUDO 3 - CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DA AMOSTRA.....	87
TABELA 2 – ESTUDO 3 - DESEMPENHO DA AMOSTRA EM RELAÇÃO AOS TESTES DE MEMÓRIA E FUNÇÕES EXECUTIVAS.....	88

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>ESTUDO 1</b> .....	<b>15</b>
Abstract.....	15
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
Critérios de Elegibilidade .....	18
Estratégia de pesquisa e gerenciamento de dados.....	18
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>19</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>20</b>
Domínio de Relato .....	21
Domínio Validade Externa .....	22
Domínio Validade Interna.....	23
Domínio Confusão .....	23
Domínio Poder .....	24
Principais achados.....	24
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>26</b>
<b>CONFLITO DE INTERESSE</b> .....	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>27</b>
Figura 1. Fluxograma PRISMA. ....	31
Tabela 1. Artigos analisados. ....	32
<b>ESTUDO 2</b> .....	<b>37</b>
Abstract.....	37
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>38</b>
<b>METHODS</b> .....	<b>38</b>
<b>RESULTS</b> .....	<b>40</b>

Synthesis of results .....	40
Summary of evidence .....	40
<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>43</b>
<b>FUNDING .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERENCES .....</b>	<b>44</b>
Figure 1. PRISMA flow. ....	51
Included .....	51
Eligibility .....	51
Screening .....	51
Identification .....	51
Table 1. Descriptions of included studies. ....	52
Table 2. Summary of instruments by the target audience. ....	72
<b>ESTUDO 3.....</b>	<b>74</b>
Resumo .....	74
Abstract.....	74
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>76</b>
<b>MÉTODOS.....</b>	<b>77</b>
Participantes.....	77
Instrumentos.....	78
Procedimentos.....	79
Análise dos dados .....	80
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>84</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>85</b>
Tabela 1. Características sociodemográficas da amostra. ....	88

Tabela 2. Desempenho da amostra em relação aos testes de memória e funções executivas .....	89
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>
Anexo 1 – Anamnese .....	93
Anexo 2 - ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA .....	97
Anexo 3 – MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT .....	98
Anexo 4 - TRAIL MAKING TEST.....	100
Anexo 5 - TESTE DE APRENDIZAGEM AUDITIVO-VERBAL DE REY – RAVLT .....	101
Anexo 6 - STROOP .....	102
Anexo 7 - TESTE DE DÍGITOS .....	104
Anexo 8 – FLUÊNCIA VERBAL .....	106

## INTRODUÇÃO

A população mundial vem alcançando uma maior longevidade. No Brasil, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística indicam que o número de idosos superou 30,2 milhões em 2017, com previsão de crescimento contínuo para os anos seguintes (BRASIL, 2018). Com o envelhecimento, ocorrem mudanças tanto sociais quanto biológicas, que podem gerar declínio cognitivo. Dentre as mudanças biológicas, tem-se as alterações neurológicas, que nesta faixa etária afetam principalmente áreas cerebrais como o hipocampo e lobo frontal, relacionados à memória e funções executivas (MORAES; BICALHO; SANTOS, 2018), como controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva, entre outras, importantes para a realização de atividades da vida diária. Desta forma, torna-se relevante o estudo de estratégias voltadas para a manutenção da saúde e qualidade de vida desta população.

As tecnologias digitais têm evoluído e vem sendo um meio para colocar essas estratégias em prática, e tem proporcionado maior facilidade de acesso a equipamentos como *smartphones* e computadores, que tem sido amplamente utilizados em diversos contextos, desde entretenimento à instrumentos de trabalho (MAXIMILIANO SALVADORI MARTINHÃO, 2019). Tendo em vista a atual inclusão digital da população geral, é importante avaliar quais os possíveis benefícios dessas tecnologias na área da saúde. O foco principal desta pesquisa é investigar os efeitos da experiência com jogos digitais na memória e funções executivas de idosos, e está dividido em três estudos, compondo a presente Dissertação, para linha de pesquisa de Avaliação e Reabilitação Neuropsicológica, do Programa de Pós-graduação Mestrado em Psicologia da Universidade Federal do Paraná.

Alguns destaques são importantes para uma melhor compreensão da presente dissertação. Durante o desenvolvimento da pesquisa, a pandemia de COVID-19 se

estabeleceu no mundo todo, tornando necessário alterações no projeto inicial. A princípio seriam realizadas sessões de treino cognitivo para verificação dos efeitos de jogos digitais na memória e funções executivas de idosos saudáveis. Porém, por questões de segurança, para preservação da saúde dos participantes e comunidade de modo geral, os treinos foram cancelados. Os dados das entrevistas e avaliações neuropsicológicas iniciais foram analisados para o desenvolvimento do estudo empírico que compõe esta dissertação.

A divisão em três estudos tem por finalidade orientar o leitor quanto ao desenvolvimento lógico do processo de pesquisa realizado. O Estudo 1 consiste em um artigo de revisão sistemática intitulado “Qualidade metodológica de estudos com jogos digitais para treino de funções executivas com idosos: Revisão Sistemática”, com objetivo de investigar a qualidade dos artigos relacionados ao tema da dissertação, e utilizado para orientar o desenho da pesquisa anterior a Pandemia. O Estudo 2 apresenta um artigo de revisão de escopo intitulado “*Computerized neuropsychological assessment of executive functions: a scoping review*” motivado pelo interesse em identificar possíveis instrumentos computadorizados de avaliação das funções executivas disponíveis. Por fim, o Estudo 3 é um artigo de pesquisa empírica intitulado “Efeito de jogos digitais na memória e funções executivas de idosos saudáveis”, sendo o resultado da adaptação do projeto de pesquisa inicial, e tem como objetivo investigar a memória e funções executivas de idosos com e sem experiência com jogos digitais.

## ESTUDO 1

### Qualidade metodológica de estudos com jogos digitais para treino de funções executivas com idosos: Revisão Sistemática

#### Resumo

*Objetivo:* A presente revisão sistemática tem como objetivo avaliar a qualidade metodológica de estudos empíricos a respeito do uso de jogos digitais para treino das funções executivas de idosos saudáveis. *Métodos:* Seguindo o protocolo PRISMA, foi realizada pesquisa nas bases de dados PubMed, Scopus, e PsycNET com os seguintes termos “Computer Games” and “Cognitive Aging” and “Brain training” and “Executive Functions”, em busca de estudos publicados num período de dez anos, entre 2009 e 2019. Após triagem, os artigos elegíveis foram avaliados com base no *checklist* de Downs & Black (1998) para análise de qualidade metodológica de estudos randomizados e não-randomizados. *Resultados:* Um total de 691 artigos foram encontrados, após exclusão dos duplicados e triagem, 25 estudos foram incluídos para análise. A maioria dos estudos utilizou *serious games* para treino cognitivo, e foi verificada alta variação do número e duração das sessões de treino. Os artigos analisados atingiram uma pontuação de 0.56 (de 1.0) quanto aos requisitos de qualidade metodológica do *checklist* de Downs & Black. *Conclusão:* De acordo com o instrumento de análise utilizado, a qualidade dos estudos é regular. É necessário um maior cuidado metodológico principalmente quanto validade externa, o fator menos atendido nas pesquisas. Os dados obtidos demonstram que as produções nessa área adotam uma diversidade de métodos em relação a duração dos treinos, e tipos de jogos, dificultado a generalização dos resultados, e consenso quanto aos efeitos dos jogos digitais para treino das funções executivas de idosos saudáveis.

Palavras-Chave: jogos digitais, envelhecimento cognitivo, funções executivas, revisão sistemática

#### Abstract

*Objective:* The present systematic review aims to evaluate the methodological quality of empirical studies regarding the use of digital games to executive functions training of healthy older adults. *Methods:* Following the PRISMA protocol, a search was performed in the PubMed, Scopus, and PsycNET databases with the following terms "Computer Games" and "Cognitive Aging" and "Brain training" and "Executive Functions", in search of studies published in a ten-year period, between 2009 and 2019. After screening, the eligible articles were evaluated based on the Downs & Black (1998) checklist for methodological quality analysis of randomized and non-randomized studies. *Results:* A total of 691 articles were found, after excluding duplicates and screening, 25 studies were included for analysis. Most studies used serious games for cognitive training, and there was a high variation in the number and duration of training sessions. The analyzed articles reached a score of 0.56 (of 1.0) regarding the methodological quality requirements of the Downs & Black checklist. *Conclusion:* According to the analysis instrument used, the quality of the studies is regular. Greater methodological care is needed, especially regarding external validity, the least attended factor in researches. The data obtained demonstrate that the productions in this area adopt a diversity of methods in relation to

the duration of training, and types of games, making it difficult to generalize the results, and reach a consensus regarding the effects of digital games for training the executive functions of healthy older adults.

Keywords: Video Games; Cognitive Aging; Executive Functions; Systematic Review.

## INTRODUÇÃO

O aumento da expectativa de vida, em conjunto ao declínio cognitivo decorrente do envelhecimento, incentiva o desenvolvimento de estudos sobre fatores neuroprotetores e intervenções capazes de minimizar ou desacelerar esse declínio. Alterações neuroanatômicas ao longo do envelhecimento são uma das causas do declínio cognitivo. No córtex pré-frontal essas alterações afetam as funções executivas, como velocidade de processamento, memória de trabalho e memória episódica (Ballesteros et al., 2014). O declínio dessas funções prejudica as atividades de vida diária, independência e funcionalidade.

Apesar das mudanças que ocorrem no cérebro com o processo de envelhecimento, ele ainda é capaz de se adaptar e manter um bom nível de funcionalidade, por meio da neuroplasticidade. Fator fundamental relacionado à capacidade adaptativa do cérebro, a neuroplasticidade é estimulada por atividades cognitivamente desafiadoras e pode reduzir o declínio cognitivo (Landau et al., 2012). Nessa perspectiva, alguns estudos têm investigado o uso de jogos digitais para estimulação da cognição e neuroplasticidade de idosos. Entretanto, estes possuem resultados contraditórios quanto aos efeitos para a cognição, mais especificamente para as funções executivas de idosos.

Até onde sabemos, há poucas ou nenhuma revisão com o mesmo tema e finalidade desta, portanto, a investigação de aspectos metodológicos torna-se relevante para melhor compreensão dos motivos da falta de consenso nesta área e para orientar futuras investigações. Desta forma, esta revisão sistemática teve como objetivo analisar a qualidade metodológica de estudos empíricos sobre o uso de jogos digitais para o treino de funções executivas em idosos.

## **MÉTODOS**

O protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes* (PRISMA) (Sala et al., 2018) foi seguido nesta Revisão Sistemática, juntamente com o *checklist* de Downs & Black para avaliação da qualidade metodológica de estudos randomizados e não randomizados (Moher et al., 2015). O *checklist* utilizado avalia categorias de relato, validade interna, validade externa, confusão e poder, bem como fornece uma visão geral da qualidade metodológica dos artigos.

### **Critérios de Elegibilidade**

Os estudos selecionados contemplaram os seguintes critérios de inclusão: publicados entre janeiro de 2009 e junho de 2019; estudos empíricos com população de idosos sem diagnósticos de transtornos psiquiátricos ou cognitivos, com intervenções utilizando jogos de computador, também chamados de jogos digitais ou videogames. Os critérios de exclusão foram estudos de modelos animais e revisões sistemáticas ou metanálises.

### **Estratégia de pesquisa e gerenciamento de dados**

A pesquisa bibliográfica foi realizada em julho de 2019 por dois revisores independentes, em três bancos de dados eletrônicos (PubMed, Scopus e PsycNET). Foram utilizadas as seguintes combinações de descritores: “Computer Games” e “Cognitive Aging” e “Brain Training” e “Executive Functions”, com o operador booleano *AND* esses descritores foram selecionados de acordo com sua relação com o tema e presença na American Psychological Association (APA) Psychological Index Terms.

Os artigos foram triados utilizando o software Mendeley, seguindo os critérios de elegibilidade, e excluindo duplicados. A seleção dos artigos foi realizada por um dos autores e supervisionada pelo outro. Os artigos de revisão encontrados foram analisados para verificar a necessidade do desenvolvimento desta pesquisa. Os demais artigos selecionados como elegíveis foram avaliados na íntegra, alguns foram excluídos nesta etapa por não atenderem a um ou mais critérios de inclusão.

Em relação à avaliação da qualidade metodológica, pode-se obter um total de 27 pontos por meio do *Checklist* de Downs & Black (1998). Para melhor compreensão dos dados obtidos, a pontuação foi convertida em percentual para cada domínio, bem como calculada uma média final da pontuação total de todos os domínios. Foi estabelecida uma classificação para categorizar a qualidade dos artigos, sendo até 0,39 ruim, 0,40 - 0,69 regular e acima de 0,70 bom. Além da avaliação da qualidade metodológica, foram extraídos dos estudos os seguintes dados: Número e idade dos participantes, instrumentos utilizados para o treino cognitivo, existência e características de grupo controle, instrumentos de avaliação neuropsicológica e variáveis analisadas.

## **RESULTADOS**

Foram encontrados 691 artigos publicados nas bases de dados PubMed, Scopus e PsycNET, no período de 10 anos. Excluindo artigos duplicados, restaram 676. Destes, 20 eram revisões sistemáticas, nenhuma referindo-se especificamente ao uso de jogos digitais para treino de funções executivas de idosos. Ao final da triagem, 79 artigos foram lidos na íntegra, e 25 estudos foram incluídos para análise. O fluxo de seleção dos estudos pode ser verificado na Figura 1.

Dentre os tipos de jogos, os *serious games* foram os mais utilizados, a quantidade de sessões de treino variou de 10 a 180, a duração entre 10 minutos até 1 hora, e o número

de participantes entre 25 e 6.742. Entretanto, foram mais frequentemente conduzidos estudos com 24 sessões, com uma hora de duração, e a maior parte com menos de 50 participantes. Informações quanto ao número de participantes, sessões, tipos de jogos utilizados para o treino cognitivo, podem ser observados na Tabela 1.

Quanto aos efeitos dos treinos, a maioria dos estudos analisados encontrou benefícios para a cognição. Mais especificamente em relação às funções executivas, são descritas melhorias na velocidade de processamento (Ballesteros et al., 2014; Maillot et al., 2012; Shatil, 2013) e no raciocínio (Cujzek & Vranic, 2017; Strenziok et al., 2014). Em relação à memória de trabalho os resultados são conflitantes com apenas alguns observando benefícios (Peretz et al., 2011; Shatil, 2013; Strenziok et al., 2014; Toril et al., 2016). Por outro lado, algumas pesquisas não tiveram efeitos significativos para a cognição a partir do treino com uso de jogos de computador (Bozoki et al., 2013; Grönholm-Nyman et al., 2017; Ordnung et al., 2017; Sosa & Laganà, 2019).

Sobre as categorias do *checklist* de qualidade metodológica, de acordo com os escores, nenhum artigo obteve menos que 0,39 pontos, 21 obtiveram entre 0,40 e 0,69 com qualidade regular e 4 alcançaram mais de 0,70 atingindo uma boa pontuação. A média total dos artigos para todas as categorias foi de 0,56 de um total de 1.0 de satisfação dos requisitos de qualidade metodológica de Downs e Black. Quando divididos por domínios, os escores alcançados foram: Relatório 0,76, Validade Externa: 0; Validade interna: 0,72; Confusão 0,58 e Potência 0,20.

## **DISCUSSÃO**

Esta revisão sistemática teve como objetivo avaliar a qualidade metodológica de estudos empíricos sobre o uso de jogos de computador para treino de funções executivas de idosos saudáveis. Para melhor compreensão dos dados coletados, serão discutidas

informações quanto aos resultados dos artigos e domínios do checklist de Downs & Black (1998).

Comparando os resultados dos estudos incluídos nesta revisão, foram encontradas controvérsias que podem refletir diferenças e fragilidades metodológicas desta área de pesquisa. A síntese de alguns resultados que refletem esta consideração são, por exemplo, jogo de ação casual levando a mais benefícios do que *serious games* (Perrot et al., 2019) e jogos casuais de estratégia com efeitos semelhantes aos *serious games* (Ballesteros et al., 2017). Além disto, dos dois estudos de acompanhamento encontrados por esta revisão, um verificou benefícios na primeira avaliação, porém após três meses os efeitos não se sustentaram (Ballesteros et al., 2015), ao contrário do outro em que os benefícios foram mantidos no acompanhamento (Toril et al., 2016).

### **Domínio de Relato**

O domínio relato propõe avaliar se as informações fornecidas no artigo são apresentadas de forma que possa ser realizada uma leitura imparcial dos resultados (Downs & Black, 1998). Os artigos obtiveram pontuação média de 0,76 neste domínio, indicando que são capazes de apresentar informações básicas como objetivos, características dos participantes, intervenções e resultados. As informações de relato são essenciais para uma compreensão geral dos procedimentos executados pelos pesquisadores.

Todos os artigos analisados informaram objetivos, resultados a serem avaliados e características dos participantes. Estas informações esclarecem a condução da pesquisa, e auxiliam na reprodução das estratégias para verificação dos resultados. A falta de dados neste domínio pode levar a considerações equivocadas sobre os achados do estudo. Uma informação importante que nenhum dos artigos analisados mencionou foi a presença ou

ausência de potenciais fatores adversos que possam ter ocorrido. Os autores também não descreveram a distribuição dos principais fatores de confusão nos grupos de comparação. Desta forma, alguns alcançaram pontuação parcial para este domínio, mas nenhum forneceu explicitamente potenciais fatores adversos.

### **Domínio Validade Externa**

Este domínio avalia a possibilidade de generalização dos resultados da pesquisa para a população da qual deriva a amostra (Downs & Black, 1998). Nenhum artigo marcou pontos neste domínio, porque não foi possível determinar se dois dos três critérios foram atendidos. Nenhum dos estudos teve amostra aleatória, nem discutiu explicitamente os fatores de confusão, impossibilitando definir se os participantes eram representativos de toda a população da qual foram recrutados. Por fim, o último critério refere-se à onde os participantes são tratados, se é representativo do que a maioria da população tem acesso. A maior parte dos estudos ocorreu em laboratórios ou universidades, ambientes que não representam o que a maioria da população idosa tem acesso, especialmente para serviços de saúde.

Há dificuldade em atender aos critérios de amostragem aleatória, considerando o tempo e os custos envolvidos neste procedimento. Portanto, além deste critério, outras medidas podem ser tomadas para permitir a generalização dos resultados, como a seleção de uma amostra mais representativa o quanto possível de sua população, e listagem de possíveis fatores de confusão, que podem levar a vieses nos resultados.

### **Domínio Validade Interna**

A avaliação da validade interna busca verificar possíveis vieses na mensuração de intervenções e de resultados (Downs & Black, 1998). As questões investigam a adesão à intervenção, procedimentos de análise estatística, e se os participantes desconhecem a exposição (cegamento). Neste domínio, todos os artigos tiveram uma pontuação regular ou boa, alcançando uma pontuação média de 0,72. Uma alta pontuação para validade interna indica que foram tomados cuidados para garantir uma análise adequada dos dados entre as amostras.

O cegamento foi a estratégia menos realizada nas pesquisas, devido ao delineamento de alguns estudos. Quando os procedimentos envolvem grupo experimental e grupo controle passivo, por exemplo, o cegamento não pode ser realizado, tendo em vista que um dos grupos não realiza nenhum tipo de intervenção, apenas é avaliado em momentos diferentes.

### **Domínio Confusão**

O domínio confusão avalia possíveis vieses na seleção da amostra (Downs & Black, 1998). As questões referem-se a recrutamento, randomização, perdas de segmento e análise de variáveis de confusão. Os artigos obtiveram pontuações variando de ruim a bom, atingindo uma média de 0,58 nos critérios do checklist de qualidade metodológica. Uma baixa avaliação neste domínio prejudica a generalização dos resultados, considerando a possibilidade de viés nas amostras selecionadas.

Apenas dois estudos incluídos nesta revisão não randomizaram os participantes em grupos experimentais e de controle. Entretanto, como os estudos avaliados foram baseados em análise de protocolo, e não em intenção de tratar, nenhum atendeu a um dos requisitos de pontuação deste domínio.

## **Domínio Poder**

Este domínio avalia se o estudo tem poder suficiente para detectar uma diferença clinicamente importante entre os grupos, quando a probabilidade dessa diferença ocorrer ao acaso é menor que 0,05 (Downs & Black, 1998). Apenas cinco artigos relataram essa informação quanto ao cálculo do poder estatístico da amostra, levando a média de 0,20 pontos para este domínio, sendo pouco atendido nas pesquisas.

É importante definir o poder estatístico previamente à pesquisa, e mencioná-lo no artigo para informar a probabilidade de que um teste de significância aconteça nos resultados, e a probabilidade de evitar Erros Tipo II. O poder pode ser aumentado com maior tamanho de amostra, por isso é importante calculá-lo para atingir um tamanho mínimo e garantir o poder estatístico (Cohen, 1988).

## **Principais achados**

De maneira geral, alguns artigos obtiveram dados significativos sobre benefícios a partir dos treinos propostos, outros observaram melhorias apenas nos desempenhos nos jogos utilizados, não obtendo generalização para funções cognitivas. Essas diferenças nos resultados podem estar relacionadas à variedade de métodos usados. Destacamos a falta de validade externa dos estudos nesta área como um dos principais achados desta revisão, o que interfere na generalização dos dados obtidos em pesquisas para a população idosa.

Os *serious games*, jogos desenvolvidos para fins terapêuticos, que permitem usar e treinar habilidades para resolução problemas (Alloni et al., 2017), foram os mais utilizados para treino cognitivo. Esse gênero de jogos geralmente possui design mais próximo da realidade, e envolvem tarefas e elementos do cotidiano. Entretanto, outros

aspectos envolvendo os métodos das pesquisas apresentaram maior variação, como o número de participantes, a quantidade e a duração das sessões. Diferenças metodológicas nos estudos dessa área, envolvendo treino cognitivo para idosos, também foram observadas na revisão de Neves, Bós e Carvalho (2015).

A forma de aplicação das intervenções diferiu em algumas pesquisas. Se tratando das tecnologias digitais, os treinos podem ser realizados online, cada participante em sua residência, com o software fornecido pelos pesquisadores, permitindo uma amostra e duração maiores (Corbett et al., 2015). Também podem ser realizados em laboratório, com número de sessões e participantes limitados pela quantidade de equipamento disponível e duração do estudo (Cujzek & Vranic, 2017). Outros elementos diferentes no desenho dos estudos são os instrumentos de avaliação neuropsicológica, podendo ser utilizadas baterias informatizadas, como CogniFit (Shatil, 2013), e Cogstate (Guimarães et al., 2018) ou não.

Outro aspecto importante, se refere ao modelo de funções executivas adotado pelos autores, não sendo mencionado por parte dos artigos, embora isso não altere o escore de qualidade metodológica por meio do *checklist*, afeta em parte o entendimento da escolha dos jogos, e das funções executivas a serem investigadas. Por exemplo, alguns autores não citam um modelo, e apenas indicam que irão analisar os efeitos nas funções executivas, não especificando seus componentes (Cujzek & Vranic, 2017; Guimarães et al., 2018; Nouchi et al., 2012; Rolle et al., 2017). Quanto aos estudos que mencionam, o modelo de funções executivas de Miyake (Miyake et al., 2000), foi o mais utilizado, principalmente para planejar o treino e analisar os resultados obtidos, possibilitando a divisão das variáveis analisadas por componentes como inibição, flexibilidade cognitiva, memória de trabalho entre outros (Ballesteros et al., 2014; Buitenweg et al., 2017; Eggenberger et al., 2016; Grönholm-Nyman et al., 2017; van Muijden et al., 2012).

Verificar a qualidade metodológica dos estudos de determinada área ajuda a identificar fragilidades e orientar futuros estudos sobre o assunto. As diferenças nos desenhos das pesquisas refletem na falta de consenso sobre os efeitos do treino cognitivo com o uso de jogos de computador, por dificultar a generalização dos dados, não atendendo critérios de validade externa e poder, por exemplo. Como limitação deste estudo, há um baixo número de artigos avaliados, e voltou-se apenas brevemente a discutir os resultados das pesquisas.

## **CONCLUSÃO**

A presente revisão buscou avaliar a qualidade metodológica de estudos sobre treino cognitivo para idosos com uso de jogos de computador, visando fornecer um panorama e expor diferenças metodológicas no desenho das pesquisas. Em geral, os artigos apresentaram qualidade regular em relação aos procedimentos metodológicos realizados, de acordo com o *checklist* de Downs & Black. Os dados explicam, em parte, porque as pesquisas sobre o tema não obtêm resultados homogêneos, possuindo dificuldades na generalização dos achados para a população, podendo não atingir os mesmos resultados quando realizadas com outra amostra. Isso indica a necessidade de aprimorar estudos na área, com desenhos mais robustos que sigam os critérios principalmente de validade externa. Uma análise mais aprofundada do uso de jogos de computador para treino cognitivo pode contribuir para o entendimento de qual desenho metodológico é mais eficiente para cada população.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não ter nenhum conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

- Alloni, A., Sinforiani, E., Zucchella, C., Sandrini, G., Bernini, S., Cattani, B., Pardell, D. T., Quaglini, S., & Pistarini, C. (2017). Computer-based cognitive rehabilitation: the CoRe system. *Disability and rehabilitation*, 39(4), 407–417. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1096969>
- Ballesteros, S., Mayas, J., Prieto, A., Ruiz-Marquez, E., Toril, P., & Reales, J. M. (2017). Effects of Video Game Training on Measures of Selective Attention and Working Memory in Older Adults: Results from a Randomized Controlled Trial. *Frontiers in aging neuroscience*, 9, 354. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00354>
- Ballesteros, S., Mayas, J., Prieto, A., Toril, P., Pita, C., Laura, P., Reales, J. M., & Waterworth, J. A. (2015). A randomized controlled trial of brain training with non-action video games in older adults: results of the 3-month follow-up. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 45. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00045>
- Ballesteros, S., Prieto, A., Mayas, J., Toril, P., Pita, C., Ponce de León, L., Reales, J. M., & Waterworth, J. (2014). Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial. *Frontiers in aging neuroscience*, 6, 277. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00277>
- Bamidis, P. D., Fissler, P., Papageorgiou, S. G., Zilidou, V., Konstantinidis, E. I., Billis, A. S., Romanopoulou, E., Karagianni, M., Beratis, I., Tsapanou, A., Tsilikopoulou, G., Grigoriadou, E., Ladas, A., Kyrillidou, A., Tsolaki, A., Frantzidis, C., Sidiropoulos, E., Siountas, A., Matsi, S., Papatriantafyllou, J., ... Kolassa, I. T. (2015). Gains in cognition through combined cognitive and physical training: the role of training dosage and severity of neurocognitive disorder. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 152. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00152>
- Bozoki, A., Radovanovic, M., Winn, B., Heeter, C., & Anthony, J. C. (2013). Effects of a computer-based cognitive exercise program on age-related cognitive decline. *Archives of gerontology and geriatrics*, 57, 1. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2013.02.009>
- Buitenweg, J., van de Ven, R. M., Prinszen, S., Murre, J., & Ridderinkhof, K. R. (2017). Cognitive Flexibility Training: A Large-Scale Multimodal Adaptive Active-Control Intervention Study in Healthy Older Adults. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 529. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00529>
- Carrasco M, Ortiz-Maqués N, Martínez-Rodríguez S. (2019) Playing with Nintendo Wii Sports: Impact on Physical Activity, Perceived Health and Cognitive Functioning of a Group of Community-Dwelling Older Adults. *Act Adapt Aging*, 44:2, 119-131. <https://doi.org/10.1080/01924788.2019.1595261>

- Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd. Lawrence Erlbaum (1988).
- Corbett, A., Owen, A., Hampshire, A., Grahn, J., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A., Howard, R., Williams, N., Williams, G., & Ballard, C. (2015). The Effect of an Online Cognitive Training Package in Healthy Older Adults: An Online Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(11), 990–997. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.06.014>
- Cujzek, M., & Vranic, A. (2017). Computerized tabletop games as a form of a video game training for old-old. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, 24(6), 631–648. <https://doi.org/10.1080/13825585.2016.1246649>
- Downs, S. H., & Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of epidemiology and community health*, 52(6), 377–384. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>
- Eggenberger, P., Wolf, M., Schumann, M., & de Bruin, E. D. (2016). Exergame and Balance Training Modulate Prefrontal Brain Activity during Walking and Enhance Executive Function in Older Adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 66. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00066>
- Goh, J. O., & Park, D. C. (2009). Neuroplasticity and cognitive aging: the scaffolding theory of aging and cognition. *Restorative neurology and neuroscience*, 27(5), 391–403. <https://doi.org/10.3233/RNN-2009-0493>
- Grönholm-Nyman, P., Soveri, A., Rinne, J. O., Ek, E., Nyholm, A., Stigsdotter Neely, A., & Laine, M. (2017). Limited Effects of Set Shifting Training in Healthy Older Adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 9, 69. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00069>
- Guimarães A V, Barbosa AR, Meneghini V. (2018) Active videogame-based physical activity vs. Aerobic exercise and cognitive performance in older adults: A randomized controlled trial. *J Phys Educ Sport*, 18(1), 203-209. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.01026>
- Landau, S. M., Marks, S. M., Mormino, E. C., Rabinovici, G. D., Oh, H., O'Neil, J. P., Wilson, R. S., & Jagust, W. J. (2012). Association of lifetime cognitive engagement and low  $\beta$ -amyloid deposition. *Archives of neurology*, 69(5), 623–629. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2011.2748>
- Maillot, P., Perrot, A., & Hartley, A. (2012). Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. *Psychology and aging*, 27(3), 589–600. <https://doi.org/10.1037/a0026268>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Neves Assis SAC, Bós ÂJG, Carvalho Myskiw J, et al. (2015) Efeitos do treino com jogos de videogame na cognição de idosos: Revisão sistemática. *Sci Med*, 25(3), 1-12. <https://doi.org/10.15448/1980-6108.2015.3.21636>
- Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Akitsuki, Y., Shigemune, Y., Sekiguchi, A., Kotozaki, Y., Tsukiura, T., Yomogida, Y., & Kawashima, R. (2012). Brain training game improves executive functions and processing speed in the elderly: a randomized controlled trial. *PloS one*, 7(1), e29676. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029676>
- Oh, S. J., Seo, S., Lee, J. H., Song, M. J., & Shin, M. S. (2018). Effects of smartphone-based memory training for older adults with subjective memory complaints: a randomized controlled trial. *Aging & mental health*, 22(4), 526–534. <https://doi.org/10.1080/13607863.2016.1274373>
- Ordnung, M., Hoff, M., Kaminski, E., Villringer, A., & Ragert, P. (2017). No Overt Effects of a 6-Week Exergame Training on Sensorimotor and Cognitive Function in Older Adults. A Preliminary Investigation. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 160. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00160>
- Peretz, C., Korczyn, A. D., Shatil, E., Aharonson, V., Birnboim, S., & Giladi, N. (2011). Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: a randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation. *Neuroepidemiology*, 36(2), 91–99. <https://doi.org/10.1159/000323950>
- Perrot, A., Maillot, P., & Hartley, A. (2019). Cognitive Training Game Versus Action Videogame: Effects on Cognitive Functions in Older Adults. *Games for health journal*, 8(1), 35–40. <https://doi.org/10.1089/g4h.2018.0010>
- Rolle, C. E., Anguera, J. A., Skinner, S. N., Voytek, B., & Gazzaley, A. (2017). Enhancing Spatial Attention and Working Memory in Younger and Older Adults. *Journal of cognitive neuroscience*, 29(9), 1483–1497. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_01159](https://doi.org/10.1162/jocn_a_01159)
- Sala, G., Tatlidil, K. S., & Gobet, F. (2018). Video game training does not enhance cognitive ability: A comprehensive meta-analytic investigation. *Psychological bulletin*, 144(2), 111–139. <https://doi.org/10.1037/bul0000139>
- Schättin, A., Arner, R., Gennaro, F., & de Bruin, E. D. (2016). Adaptations of Prefrontal Brain Activity, Executive Functions, and Gait in Healthy Elderly Following Exergame and Balance Training: A Randomized-Controlled Study. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 278. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00278>
- Shatil E. (2013). Does combined cognitive training and physical activity training enhance cognitive abilities more than either alone? A four-condition randomized controlled trial among healthy older adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 5, 8. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00008>

- Sosa, G. W., & Lagana, L. (2019). The effects of video game training on the cognitive functioning of older adults: A community-based randomized controlled trial. *Archives of gerontology and geriatrics*, 80, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.04.012>
- Stern, Y., Blumen, H. M., Rich, L. W., Richards, A., Herzberg, G., & Gopher, D. (2011). Space Fortress game training and executive control in older adults: a pilot intervention. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, 18(6), 653–677. <https://doi.org/10.1080/13825585.2011.613450>
- Strenziok, M., Parasuraman, R., Clarke, E., Cisler, D. S., Thompson, J. C., & Greenwood, P. M. (2014). Neurocognitive enhancement in older adults: comparison of three cognitive training tasks to test a hypothesis of training transfer in brain connectivity. *NeuroImage*, 85(3), 1027–1039. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.07.069>
- Toril, P., Reales, J. M., Mayas, J., & Ballesteros, S. (2016). Video Game Training Enhances Visuospatial Working Memory and Episodic Memory in Older Adults. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 206. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00206>
- van Muijden, J., Band, G. P., & Hommel, B. (2012). Online games training aging brains: limited transfer to cognitive control functions. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 221. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00221>

Figura 1. Fluxograma PRISMA.

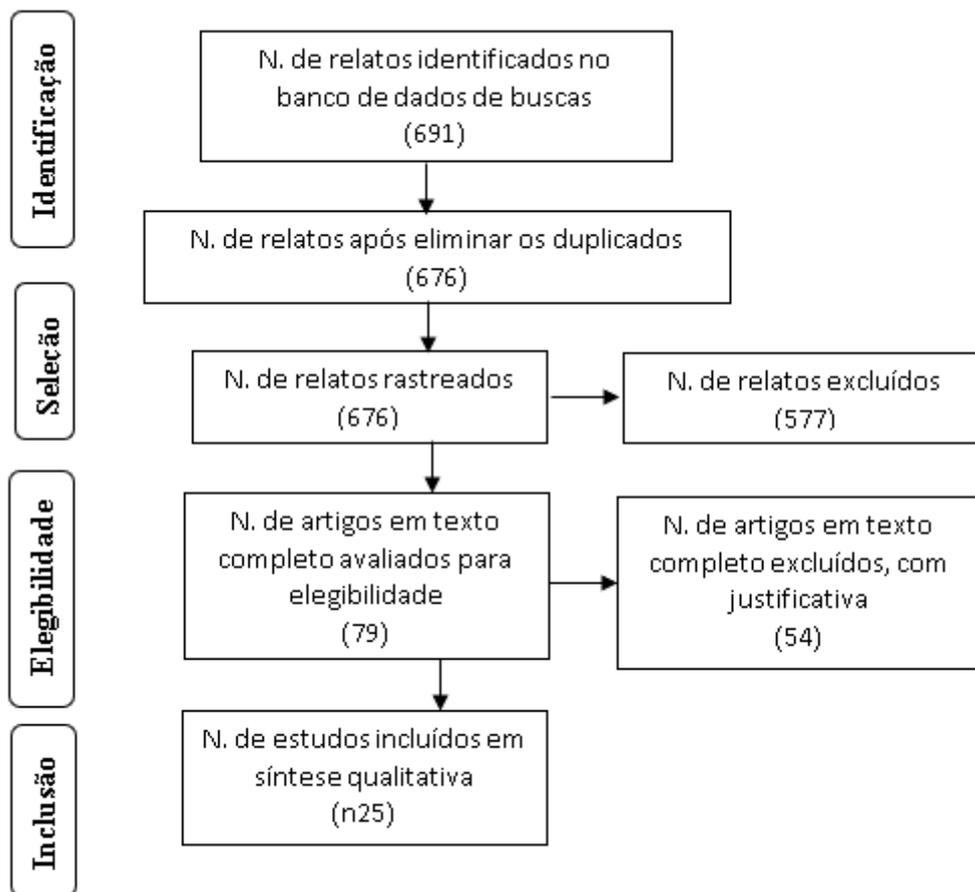


Tabela 1. Artigos analisados.

<b>Autores (ano)</b>	<b>Tamanho amostra*</b>	<b>Variáveis analisadas</b>	<b>Tipo de jogo</b>	<b>Sessões x minutos</b>	<b>Síntese dos Resultados</b>	<b>Pontos Checklist</b>
Peretz et al. (2011)	121 (66/55)	Funções executivas, atenção (sustentada e seletiva), Memória (reconhecimento e evocação), aprendizado, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva	<i>Serious Game</i> - CogniFit Personal Coach (PC) - 12 jogos “convencionais” (PC)	36x 30 minutos	Treino com CogniFit mais eficaz que com jogos convencionais.	0,70
Nouchi et al. (2012)	32 (14/14)	Funções executivas, cognição global, velocidade de processamento e atenção.	<i>Serious Game</i> - BrainAge (Nintendo Dsi)	20x 15 minutos	Treino de quatro semanas levou a melhorias nas funções executivas e velocidade de processamento.	0,70
Maillot, Perrot, & Hartley (2012)	32 (15/15)	Controle executivo, habilidade viso espacial e velocidade de processamento.	Exergames - Wii Fit, Wii Sports e Mario & Sonic on Olympic Games (Nintendo Wii)	24x 1 hora	Grupo de treino com melhoras significativas comparado ao grupo controle nas funções físicas, controle executivo, e velocidade de processamento, mas não em habilidade visuoespaciais.	0,59
van Muijden, Band, & Hommel (2012)	72 (53/19)	Memória de trabalho, troca de tarefas, inibição, atenção e raciocínio.	<i>Serious Games</i> - Firemen, Falling Bricks, Giving Chance, Anagrams e Telling Time (PC)	49x 30 minutos	Grupo com jogos apresentou mais benefícios para inibição e raciocínio indutivo, grupo controle com documentários em atenção seletiva, e efeitos modestos em controle cognitivo.	0,59
Shatil (2013)	122 (33/29/31/29)	Atenção, inibição, planejamento, e memória de trabalho.	<i>Serious Game</i> - CogniFit (PC) e Aerobic training	48x 40 minutos game (+ 48x 45 minutos games + grupo aeróbico)	Grupos com treino cognitivo, apresentaram melhora significativa memória visual global, memória de trabalho, memória de longo prazo, velocidade de processamento de informações, e nomeação.	0,56

Bozoki, Radovanovic, Winn, Heeter, & Anthony (2013)	60 (32/28)	Memória de trabalho, atenção, tomada de decisão, aprendizado e velocidade psicomotora.	<i>Serious Game - My Better Mind (PC)</i>	20x 30 minutos	Sem efeitos de transferência para funções executivas.	0,70
Ballesteros et al. (2014)	40 (17/13)	Velocidade de processamento, atenção, controle executivo, memória de trabalho e memória episódica.	<i>Serious Game - Lumosity (PC)</i>	20x 1 hora	Sem melhoras significativas entre grupo de treino e controle.	0,59
Strenziok et al. (2014)	42 (14/14 /14)	Funções executivas, raciocínio, resolução de problema, memória episódica e memória de trabalho.	Jogo de estratégia - Rise of Nations (RON). <i>Serious Game - Brain Fitness (BF) e Space Fortress (SF) - (PC)</i>	35x 1 hora	Grupo com jogo Brain Fitness apresentou transferência para resolução de problemas cotidianos e raciocínio.	0,56
Ballesteros et al. (2015)	40 (17/13)	Funções executivas, velocidade de processamento, atenção, controle executivo, memória de trabalho e memória episódica.	<i>Serious Games - Lumosity (PC)</i>	20x1 hora	Melhorias na velocidade de processamento, atenção e memória espacial após período de treino, entretanto os efeitos não permanecem no acompanhamento após 3 meses. Apenas melhorias no bem-estar permaneceram no grupo treinado.	0,59
Corbett et al. (2015)	6742 (2557/ 2432 /1753)	Atividades instrumentais da vida diária, raciocínio, memória verbal de curto prazo, memória de trabalho e aprendizado verbal.	<i>Serious Games – React (PC)</i>	180x 10 minutos	Benefício significativo para a cognição e funcionalidade em idosos.	0,67
Bamidis et al. (2015)	322 (163/66)	Funções executivas, cognição global, memória de trabalho e memória episódica.	Exergame - Nintendo Wii, FitForAll games <i>Serious Game (PC) - Brain Fitness Program</i>	24 - 110 x 30 minutos	Grupo de intervenção apresentou melhorias na cognição global comparado com grupo de controle.	0,56

Toril, Reales, Mayas, & Ballesteros (2016)	39 (19/20)	Memória de trabalho, memória de curto prazo e memória episódica.	<i>Serious Game</i> - Lumosity (PC)	15x 1 hora	Melhorias significativas no grupo treinado em memória de trabalho, memória episódica e de curto prazo. Os ganhos em algumas tarefas de memória de trabalho e episódica foram observados no acompanhamento após 3 meses.	0,56
Schättin, Arner, Gennaro, & de Bruin (2016)	25 (15/7)	Funções executivas, inibição, memória de trabalho, memória seletiva e atenção.	Exergames - (PC)	24x 30 minutos	No grupo com exergames e grupo de equilíbrio fora observados benefícios para as funções executivas.	0,59
Eggenberger, Wolf, Schumann, & de Bruin (2016)	33 (19/14)	Funções executivas, inibição e memória de trabalho.	Exergame - StepMania (PC)	24x 30 minutos	O treino induziu modulações na oxigenação do córtex pré-frontal, correlacionada com melhoras nas funções executivas.	0,52
Buitenweg, van de Ven, Prinszen, Murre, & Ridderinkhof (2017)	158 (53/33/50)	Controle executivo, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva, planejamento, fluência verbal, velocidade de processamento, raciocínio e memória de longo prazo verbal.	<i>Serious Game</i> - Brain Gymmer (PC)	60x 30 minutos	Não foram detectadas melhorias específicas pelo treino.	0,70
Cujzek & Vranic (2017)	29 (15/14)	Funções executivas e raciocínio.	Jogo de carta - Belote (PC) e jogo de dados - Ludo (PC)	12x 30 minutos	Melhorias nas funções executivas em ambos os grupos, e no raciocínio apenas no grupo de treino com jogo de cartas.	0,59
(Ballesteros et al. (2017)	55 (30/25)	Memória de trabalho, memória seletiva, atenção, motivação e engajamento.	<i>Serious Game</i> - Lumosity (Tablet). Jogo de simulação e estratégia - The Sims e SimCity (Tablet)	16x 40-50 minutos	Benefícios modestos para tarefas não treinadas.	0,59

Rolle, Anguera, Skinner, Voytek, & Gazzaley (2017)	40 (20/20)	Funções executivas e memória	Tarefas computadorizadas - DAT training task (Tablet) Jogos casuais Pocket Bowling 3D HD (Tablet)	10x 30 minutos	Melhoria no foco e distribuição atencional, e memória espacial em participantes mais jovens e mais velhos, não no grupo controle.	0,67
Grönholm-Nyman et al. (2017)	33 (17/16)	Memória de trabalho, alteração de tarefas, inibição, inteligência fluída, fluência verbal e memória episódica.	Tarefas computadorizadas (Categorization task, Number-Letter, Dot-Figure) (PC) Jogos casuais - Tetris, Bejeweled and Angry Birds (PC)	15x 45-60 minutos	Grupo de treino apresentou efeitos duradouros na tarefa treinada, mas pequenos em termos de generalização.	0,59
Ordnung, Hoff, Kaminski, Villringer, & Ragert (2017)	30 (15/15)	Tempo de reação, memória de trabalho, inibição e atenção.	Exergame - Summer Stars 2012 (Xbox Kinect)	12x 1 hora	Melhorias em tarefas sensoriais motoras e cognitivas no grupo experimental. Grupo controle apresentou melhoras apenas em teste de equilíbrio estático.	0,52
Guimarães, Barbosa, & Meneghini (2018)	63 (36/27)	Funções executivas e cognição global	Exergames (Xbox Kinect)	12x 1 hora	Não houve diferenças significativas entre grupos nas funções executivas.	0,59
Oh, Seo, Lee, Song, & Shin (2018)	53 (18/19/16)	Atenção, memória, memória de trabalho, inibição, depressão, ansiedade, queixas subjetivas de memória.	<i>Serious Games</i> - SMART (Smartphone) FitBrains (Smartphone)	40x 15-20 minutos	O treino proposto pode levar a benefícios para memória de trabalho, mas não necessariamente leva a diminuição das queixas subjetivas de memória.	0,63
Perrot, Maillot, & Hartley (2019)	36 (12/12/11)	Funções executivas, velocidade de processamento e habilidade visuoespacial.	<i>Serious Game</i> - Kawashima Brain Training (Nintendo DS) X Jogo de ação - Super Mario Bros (Nintendo DS)	24x 1 hora	Melhoras significativas nas funções executivas no grupo de treino com jogos.	0,67
Sosa & Laganà (2019)	35 (20/15)	Funções executivas e memória.	<i>Serious Game</i> - Brain Age (Nintendo Wii)	15x 1 hora	Diferenças significativas entre os grupos, com melhoras no grupo de jogos.	0,56
Carrasco, Ortiz-Maqués, & Martínez-	38 (22/16)	Funções executivas.	Exergame - Nintendo Wii Sports	12x 1 hora	Diferenças significativas entre os grupos, com melhores resultados	0,52

Rodríguez (2019)					para o de treino, quanto a funções executivas e atenção dividida.	
---------------------	--	--	--	--	--	--

\* grupo experimental/grupo controle.

## **ESTUDO 2**

### **Computerized neuropsychological assessment of executive functions: a scoping review**

#### **Abstract**

The purpose of this scoping review is to summarize and analyze scientific literature in which computerized instruments are being evaluated or developed for neuropsychological assessment of executive functions. Therefore, the review was conducted searching PubMed, Web of Science, PsycINFO, and Scopus for studies between 2010 and 2020. The PRISMA-ScR protocol was followed, and two reviews independently performed study selection. The data collected was charted and analyzed in a qualitative approach. Out of 1523 retrieved articles, 62 met inclusion criteria. All studies performed measures of psychometric properties, most with positive results. The majority of the instruments were for adults and fewer for adolescent's assessment. The results demonstrate an expansion of computerized cognitive assessment tools, indicating a growing field, with concern about the psychometric properties of the instruments.

**Keywords:** Computerized Assessment; Executive Functions; Neuropsychology.

## **INTRODUCTION**

There is an increasing trend towards the digitalization of working tools in several areas, including neuropsychology. Individuals' functionality is increasingly based on digital technologies, raising the question of necessary changes in neuropsychological assessment beyond the traditional paper and pencil methods. Computerized instruments can provide advantages such as standardizing instructions, reducing the chance of errors when transcribing or correcting data, and performing remote assessments (Miller & Barr, 2017). Care is needed with the psychometric quality of computerized instruments; with the development of specific standards for this type of application, it is important to carry out validation and reliability studies of either instruments transposed from paper and pencil to digital ones, as well as new instruments developed specifically for these technologies.

Neuropsychology needs constant updating, considering that social and technological changes affect how human beings interact with the world. Thus, it is important to update how we assess cognition, especially in a society increasingly based on digital technologies, permeating entertainment, communication, and work. However, it is not clear which computerized tools are available to assess cognition. Therefore, this scoping review was conducted to explore the literature in which computerized instruments are being used for executive functions assessment, systematically cataloging, and identifying any existing gaps in the field.

## **METHODS**

Our protocol was drafted using the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR). The final protocol was registered prospectively with the Open Science Framework on 19 August 2020 ([osf.io/zs9k3](https://osf.io/zs9k3)). To be included in this review, articles needed to measure one or more

executive functions (e.g., working memory, inhibition, cognitive flexibility). Peer-reviewed journal articles were included if they were: published between 2010–2020, written in English, and described measures of executive functions. Empirical studies, pilot or not, were included to consider development instruments being used or validated. Articles were excluded if they did not properly describe the tasks performed with the computerized assessment instrument.

The following electronic databases were searched from 2010 to June 2020: PubMed, Web of Science, PsycINFO, and Scopus. The search strategies were drafted by the authors accordingly to the APA Thesaurus, resulting in the following descriptors "Computerized Assessment" OR "Computerized Neuropsychological Assessment" AND "Executive Functions" OR "Executive Functioning Measures." The final search results were exported into Rayyan QCRI, and duplicates were removed through the software.

The two authors independently evaluated the titles, abstracts, and then full text of articles identified for potentially relevant publications. Disagreements were resolved by consensus and discussion with other reviewers if needed. The two reviewers determined which variables would be extracted from the available articles, a data-charting form was structured, fulfilled, and revised by both reviewers. The following data were abstracted from the articles: Title, Authors, Year of publication, Methodology (design, participants), Computerized instrument name, functions assessed, the psychometric assessment performed, if it was compared with other instruments and Results. The studies are organized by year of publication, and the main abstracted data were summarized in table 1 for better visualization.

## **RESULTS**

To explore which computerized instruments are being described in the literature for executive functions assessment, a literature search was performed, resulting in 1.276 articles after removing duplicates, as shown in Figure 1. After screening, the remaining articles were fully assessed, and 62 studies were included for analyses.

The studies included are described in Table 1, showing the authors, year of publication, computerized instrument, and conclusion. For critical appraisal within sources of evidence, it was checked if the study method involved the performance of psychometric analyses like test-retest, comparison to standard assessment instruments, or group x control comparisons.

### **Synthesis of results**

A table was developed with the main information from the included studies (Table 1). Another table summarizes the instruments according to the target audience (Table 2).

### **Summary of evidence**

In this scoping review, we identified 62 studies reporting the use of computerized assessment tools for executive functions, published between 2010 and 2020. Regarding the year of publication, 2018 was the year with the largest number of studies published (13), and 2012 had no publication that met the criteria for inclusion in this review. Although 2020 presented challenges due to the COVID-19 pandemic, four studies from the first semester were identified and included in this review.

All studies included in this study performed methods of psychometric assessment, as of validity (46 studies), reliability (9), or both (7). The assessment of the psychometric

properties of the instruments have high importance to ensure that the tests measures the construct it intends to, and that it has consistent results over time (Cunha, Almeida Neto, & Stackfleth, 2016a; Cunha, De Almeida Neto, & Stackfleth, 2016b). Most studies aimed adult assessment, and adolescents are the group for which fewer instruments were found, but this does not necessarily indicate a gap as the quality of the instruments matters more than the amount available. However, the studies included indicate good quality of most instruments evaluated (Table 2).

Most of the instruments were applied through computers or laptops (42), some through tablets (11) and a small part through both (5), only one study carried out an application using a smartphone, besides in laptop (Schroeders & Wilhelm 2010). As for the response input, most studies used a touch screen (28), others used a mouse or keyboard (26), and some did not specify the input mode (8) or the hardware used (3). Studies that compared different means of application indicated that assessment via tablet and the touch screen was better accepted by participants (Mielke et al., 2015; Vanhille, Palmer, Hayes & Overman, 2018). However, there are also studies indicating no significant differences (Schroeders & Wilhelm, 2010), or the need for further studies to verify whether the differences impact clinical results (Stricker et al., 2018).

Classical instruments such as the Tower of London and Corsi blocks were computerized, with good psychometric properties for application via touch screen or mouse (Brunetti, Del Gatto, & Delogu 2014; Moniz et al. 2016; Unterrainer et al. 2020). In its computerized version for Ipad, the Trail Making Test presented results that indicate the need to develop new standards and better psychometric adequacy to ensure that it is still evaluating the same construct (Bracken, Mazur-Mosiewicz, & Glazek, 2019). Another traditional test, the Wisconsin Card Sorting Test in computerized version, also

needs more studies and standards, considering that it did not present full psychometric equivalence with its original version (Jean-Paul, Brunner, Loarer, & Houssemand, 2010).

Some broader batteries like the Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) are applied from children to the elderly. For children, not all subtests showed good reliability (Syväoja et al. 2015), however for the assessment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in children and adolescents, the battery was considered valuable to aid the diagnostic process (Claesdotter, Cervin, Åkerlund, Råstam & Lindvall 2018). In the adult audience, CANTAB is indicated as a complement to traditional batteries (Schulz-Heik, Fahimi, Durazzo, Friedman, & Bayley, 2020), and with older adults, it has shown low sensitivity to discrete changes in cognition (Lenehan, Summers, Saunders, Summers, & Vickers, 2016). Another instrument applicable to a wide audience is the Gibson Test of Cognitive Skills, which proved to be valid and reliable for assessing cognition (Moore & Miller, 2018), however, these data refer to only single studies that entered this review.

Instruments for large-scale applications were also found, such as the Computerized Multiphasic Interactive Neurocognitive System (CMINDSs) for individuals with neuropsychiatric disorders (van Erp et al., 2015) and CogState for older adults' cognitive assessment (Fredrickson et al., 2010), both showing good reliability. Besides, an instrument to complement the assessments was found in this review, the serious game Expanse aimed at adults' executive functions (Giglioli, Ripoll, Parra, & Raya, 2018), considered promising.

The data collected in this review demonstrates the expansion of computerized cognitive assessment tools and conveys security for their use, given the studies' concern with the instruments' psychometric quality. However, some factors impact the development, implementation, and acceptance of new digital technologies in

neuropsychology, such as insecurity regarding patients', unfamiliarity with the instruments, scarce funding, and the need to develop new standards (Miller & Barr, 2017). In this context, it is relevant for professionals that conduct cognitive assessments to get to know which instruments are available and the care dedicated to its psychometric properties, for critical appraisal of their use.

This review was developed during the COVID-19 pandemic, an event that may boost the need and the development of computerized assessment tools, especially online and remote ones, and increase the search for these instruments. However, our scoping review has some limitations, the number of studies before 2010 was high, and this review focused beyond that year, therefore, even if it is not the aim here, we may have missed pioneer articles for the development of computerized neuropsychological assessment tools.

## **CONCLUSIONS**

The findings indicate a growing field and great concern about the computerized instruments' psychometric properties, investigated in all studies. However, the professional who seeks to use computerized instruments must be aware of the quality of the tests' that it selects to compose their assessments, searching for appropriate standards to the target audience, and studies that attest the psychometric quality. This review can help professionals and students have an overview regarding the expansion of computerized instruments, facilitate finding them for clinical use, or as a basis for developing new standards studies or new instruments.

## FUNDING

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

## REFERENCES

- Akshoomoff, N., Brown, T. T., Bakeman, R., & Hagler, D. J. (2018). Developmental differentiation of executive functions on the NIH Toolbox Cognition Battery. *Neuropsychology*, 32(7), 777–783. <https://doi.org/10.1037/neu0000476>
- Akshoomoff, N., Newman, E., Thompson, W. K., McCabe, C., Bloss, C. S., Chang, L., Amaral, D. G., Casey, B. J., Ernst, T. M., Frazier, J. A., Gruen, J. R., Kaufmann, W. E., Kenet, T., Kennedy, D. N., Libiger, O., Mostofsky, S., Murray, S. S., Sowell, E. R., Schork, N., Dale, A. M., ... Jernigan, T. L. (2014). The NIH Toolbox Cognition Battery: results from a large normative developmental sample (PING). *Neuropsychology*, 28(1), 1–10. <https://doi.org/10.1037/neu0000001>
- Atkins, A. S., Tseng, T., Vaughan, A., Twamley, E. W., Harvey, P., Patterson, T., Narasimhan, M., & Keefe, R. S. (2017). Validation of the tablet-administered Brief Assessment of Cognition (BAC App). *Schizophrenia research*, 181, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2016.10.010>
- Becker, J. T., Dew, M. A., Aizenstein, H. J., Lopez, O. L., Morrow, L., & Saxton, J. (2011). Concurrent validity of a computer-based cognitive screening tool for use in adults with HIV disease. *AIDS patient care and STDs*, 25(6), 351–357. <https://doi.org/10.1089/apc.2011.0051>
- Björngrim, S., van den Hurk, W., Betancort, M., Machado, A., & Lindau, M. (2019). Comparing Traditional and Digitized Cognitive Tests Used in Standard Clinical Evaluation - A Study of the Digital Application Minnemera. *Frontiers in psychology*, 10, 2327. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02327>
- Bott, N. T., Johnson, E. T., Schuff, N., Galifianakis, N., Subas, T., Pollock, J., Pressman, P., Kramer, J. H., & Possin, K. L. (2014). Sensitive measures of executive dysfunction in non-demented Parkinson's disease. *Parkinsonism & related disorders*, 20(12), 1430–1433. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2014.10.007>
- Bracken, M. R., Mazur-Mosiewicz, A., & Glazek, K. (2019). Trail Making Test: Comparison of paper-and-pencil and electronic versions. *Applied neuropsychology. Adult*, 26(6), 522–532. <https://doi.org/10.1080/23279095.2018.1460371>
- Brinkman, S. D., Reese, R. J., Norsworthy, L. A., Dellaria, D. K., Kinkade, J. W., Benge, J., Brown, K., Ratka, A., & Simpkins, J. W. (2014). Validation of a self-administered computerized system to detect cognitive impairment in older adults. *Journal of applied gerontology: the official journal of the Southern Gerontological Society*, 33(8), 942–962. <https://doi.org/10.1177/0733464812455099>

- Brooks, B. L., Iverson, G. L., Sherman, E. M., & Roberge, M. C. (2010). Identifying cognitive problems in children and adolescents with depression using computerized neuropsychological testing. *Applied neuropsychology*, 17(1), 37–43. <https://doi.org/10.1080/09084280903526083>
- Brunetti, R., Del Gatto, C., & Delogu, F. (2014). eCorsi: implementation and testing of the Corsi block-tapping task for digital tablets. *Frontiers in psychology*, 5, 939. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00939>
- Brunner, H. I., Klein-Gitelman, M. S., Zelko, F., Thomas, E. C., Hummel, J., Nelson, S. M., Huggins, J., Curran, M. L., Roebuck-Spencer, T., Beebe, D. W., & Ying, J. (2013). Validation of the Pediatric Automated Neuropsychological Assessment Metrics in childhood-onset systemic lupus erythematosus. *Arthritis care & research*, 65(3), 372–381. <https://doi.org/10.1002/acr.21835>
- Chicchi Giglioli, I. A., de Juan Ripoll, C., Parra, E., & Alcañiz Raya, M. (2018). EXPANSE: A novel narrative serious game for the behavioral assessment of cognitive abilities. *PloS one*, 13(11), e0206925. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206925>
- Cole, W. R., Arrieux, J. P., Ivins, B. J., Schwab, K. A., & Qashu, F. M. (2018). A Comparison of Four Computerized Neurocognitive Assessment Tools to a Traditional Neuropsychological Test Battery in Service Members with and without Mild Traumatic Brain Injury. *Archives of clinical neuropsychology : the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 33(1), 102–119. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx036>
- Darby, D. G., Fredrickson, J., Pietrzak, R. H., Maruff, P., Woodward, M., & Brodtmann, A. (2014). Reliability and usability of an internet-based computerized cognitive testing battery in community-dwelling older people. *Computers in Human Behavior*, 30, 199-205. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.08.009>
- Delgado-Gómez, D., Carmona-Vázquez, C., Bayona, S., Ardoy-Cuadros, J., Aguado, D., Baca-García, E., & Lopez-Castroman, J. (2016). Improving impulsivity assessment using movement recognition: A pilot study. *Behavior research methods*, 48(4), 1575–1579. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0668-y>
- Dwolatzky, T., Dimant, L., Simon, E. S., & Doniger, G. M. (2010). Validity of a short computerized assessment battery for moderate cognitive impairment and dementia. *International psychogeriatrics*, 22(5), 795–803. <https://doi.org/10.1017/S1041610210000621>
- Edgin, J. O., Anand, P., Rosser, T., Pierpont, E. I., Figueroa, C., Hamilton, D., Huddleston, L., Mason, G., Spanò, G., Toole, L., Nguyen-Driver, M., Capone, G., Abbeduto, L., Maslen, C., Reeves, R. H., & Sherman, S. (2017). The Arizona Cognitive Test Battery for Down Syndrome: Test-Retest Reliability and Practice Effects. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 122(3), 215–234. <https://doi.org/10.1352/1944-7558-122.3.215>
- Fasfous, A. F., Peralta-Ramirez, M. I., Pérez-Marfil, M. N., Cruz-Quintana, F., Catena-Martinez, A., & Pérez-García, M. (2015). Reliability and validity of the Arabic version of the computerized Battery for Neuropsychological Evaluation of Children

- (BENCI). *Child neuropsychology : a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, 21(2), 210–224. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.896330>
- Flannery, S. L., Jowett, T., Garvey, A., Cutfield, N. J., & Machado, L. (2018). Computerized testing in Parkinson's disease: Performance deficits in relation to standard clinical measures. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 40(10), 1062–1073. <https://doi.org/10.1080/13803395.2018.1485880>
- Fredrickson, J., Maruff, P., Woodward, M., Moore, L., Fredrickson, A., Sach, J., & Darby, D. (2010). Evaluation of the usability of a brief computerized cognitive screening test in older people for epidemiological studies. *Neuroepidemiology*, 34(2), 65–75. <https://doi.org/10.1159/000264823>
- Gilboa, Y., Jansari, A., Kerrouche, B., Uçak, E., Tiberghien, A., Benkhaled, O., Aligon, D., Mariller, A., Verdier, V., Mintegui, A., Abada, G., Canizares, C., Goldstein, A., & Chevignard, M. (2019). Assessment of executive functions in children and adolescents with acquired brain injury (ABI) using a novel complex multi-tasking computerised task: The Jansari assessment of Executive Functions for Children (JEF-C©). *Neuropsychological rehabilitation*, 29(9), 1359–1382. <https://doi.org/10.1080/09602011.2017.1411819>
- Hynes, S. M., Fish, J., Evans, J. J., & Manly, T. (2015). Developing a Computerised Multiple Elements Test for Organisational Difficulties. *International Journal of Developmental Sciences*, 9(2) 85-94. <https://doi.org/10.3233/DEV-140157>
- Jones, S. A., Butler, B. C., Kintzel, F., Johnson, A., Klein, R. M., & Eskes, G. A. (2016). Measuring the Performance of Attention Networks with the Dalhousie Computerized Attention Battery (DalCAB): Methodology and Reliability in Healthy Adults. *Frontiers in psychology*, 7, 823. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00823>
- Karlsen, R. H., Karr, J. E., Saksvik, S. B., Lundervold, A. J., Hjemdal, O., Olsen, A., Iverson, G. L., & Skandsen, T. (2020). Examining 3-month test-retest reliability and reliable change using the Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery. *Applied neuropsychology. Adult*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/23279095.2020.1722126>
- Kim, H. S., An, Y. M., Kwon, J. S., & Shin, M. S. (2014). A preliminary validity study of the cambridge neuropsychological test automated battery for the assessment of executive function in schizophrenia and bipolar disorder. *Psychiatry investigation*, 11(4), 394–401. <https://doi.org/10.4306/pi.2014.11.4.394>
- Kuhn, L. J., Willoughby, M. T., Blair, C. B., & McKinnon, R. (2017). Examining an Executive Function Battery for Use with Preschool Children with Disabilities. *Journal of autism and developmental disorders*, 47(8), 2586–2594. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3177-2>
- Lenahan, M. E., Summers, M. J., Saunders, N. L., Summers, J. J., & Vickers, J. C. (2016). Does the Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) Distinguish Between Cognitive Domains in Healthy Older Adults?. *Assessment*, 23(2), 163–172. <https://doi.org/10.1177/1073191115581474>

- Levy, B., Hess, C., Hogan, J., Hogan, M., Ellison, J. M., Greenspan, S., Elber, A., Falcon, K., Driscoll, D. F., & Hashmi, A. Z. (2019). Machine Learning Enhances the Efficiency of Cognitive Screenings for Primary Care. *Journal of geriatric psychiatry and neurology*, 32(3), 137–144. <https://doi.org/10.1177/0891988719834349>
- Ma, L., Chang, L., Chen, X., & Zhou, R. (2017). Working memory test battery for young adults: Computerized working memory assessment. *PloS one*, 12(3), e0175047. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175047>
- Matos Gonçalves, M., Pinho, M. S., & Simões, M. R. (2018). Construct and concurrent validity of the Cambridge neuropsychological automated tests in Portuguese older adults without neuropsychiatric diagnoses and with Alzheimer's disease dementia. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, 25(2), 290–317. <https://doi.org/10.1080/13825585.2017.1294651>
- Matzen, L. E., Benz, Z. O., Dixon, K. R., Posey, J., Kroger, J. K., & Speed, A. E. (2010). Recreating Raven's: software for systematically generating large numbers of Raven-like matrix problems with normed properties. *Behavior research methods*, 42(2), 525–541. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.2.525>
- Mielke, M. M., Machulda, M. M., Hagen, C. E., Edwards, K. K., Roberts, R. O., Pankratz, V. S., Knopman, D. S., Jack, C. R., Jr, & Petersen, R. C. (2015). Performance of the CogState computerized battery in the Mayo Clinic Study on Aging. *Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association*, 11(11), 1367–1376. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2015.01.008>
- Miller, J. B., & Barr, W. B. (2017). The Technology Crisis in Neuropsychology. *Archives of clinical neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 32(5), 541–554. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx050>
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097
- Moniz, M., De Jesus, S. N., Viseu, J., Gonçalves, E., Pacheco, A., & Baptista, A. S. (2016). Planning Dysfunction in Non-Psychotic Unipolar Depressed Patients: Assessment by a Computerized Version of the Tower of London Task. *International Journal of Psychological Studies*. 8(1), 119-124 <https://doi.org/10.5539/ijps.v8n1p119>
- Moore, A. L., & Miller, T. M. (2018). Reliability and validity of the revised Gibson Test of Cognitive Skills, a computer-based test battery for assessing cognition across the lifespan. *Psychology research and behavior management*, 11, 25–35. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S152781>
- Mourad Ouzzani, Hossam Hammady, Zbys Fedorowicz, and Ahmed Elmagarmid. Rayyan — a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews* (2016) 5:210, DOI: 10.1186/s13643-016-0384-4.
- Obradović, J., Sulik, M. J., Finch, J. E., & Tirado-Strayer, N. (2018). Assessing students' executive functions in the classroom: Validating a scalable group-based procedure. *Journal of Applied Developmental Psychology*. 55, 4-13.

<https://doi.org/10.1016/j.appdev.2017.03.003>

- Plourde, V., & Brooks, B. L. (2017). Is Computerized Cognitive Testing Useful in Children and Adolescents with Moderate-to-Severe Traumatic Brain Injury?. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 23(4), 304–313. <https://doi.org/10.1017/S1355617717000066>
- Richard's, M. M., Introzzi, I., Zamora, E., & Vernucci, S. (2017). Analysis of internal and external validity criteria for a computerized visual search task: A pilot study. *Applied neuropsychology. Child*, 6(2), 110–119. <https://doi.org/10.1080/21622965.2015.1083433>
- Rijnen, S., van der Linden, S. D., Emons, W., Sitskoorn, M. M., & Gehring, K. (2018). Test-retest reliability and practice effects of a computerized neuropsychological battery: A solution-oriented approach. *Psychological assessment*, 30(12), 1652–1662. <https://doi.org/10.1037/pas0000618>
- Roebuck-Spencer, T. M., Vincent, A. S., Gilliland, K., Johnson, D. R., & Cooper, D. B. (2013). Initial clinical validation of an embedded performance validity measure within the automated neuropsychological metrics (ANAM). *Archives of clinical neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 28(7), 700–710. <https://doi.org/10.1093/arclin/act055>
- Roebuck-Spencer, T. M., Yarboro, C., Nowak, M., Takada, K., Jacobs, G., Lapteva, L., Weickert, T., Volpe, B., Diamond, B., Illei, G., & Bleiberg, J. (2006). Use of computerized assessment to predict neuropsychological functioning and emotional distress in patients with systemic lupus erythematosus. *Arthritis and rheumatism*, 55(3), 434–441. <https://doi.org/10.1002/art.21992>
- Satler, C., Belham, F. S., Garcia, A., Tomaz, C., & Tavares, M. C. (2015). Computerized spatial delayed recognition span task: a specific tool to assess visuospatial working memory. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 53. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00053>
- Schroeders, U., & Wilhelm, O. (2010). Testing reasoning ability with handheld computers, notebooks, and paper and pencil. *European Journal of Psychological Assessment*, 26(4), 284–292. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000038>
- Schulz-Heik, R. J., Fahimi, A., Durazzo, T. C., Friedman, M., & Bayley, P. J. (2020). Evaluation of adding the CANTAB computerized neuropsychological assessment battery to a traditional battery in a tertiary care center for veterans. *Applied neuropsychology. Adult*, 27(3), 256–266. <https://doi.org/10.1080/23279095.2018.1534735>
- Shute, V. J., Wang, L., Greiff, S., Zhao, W., & Moore, G. (2016). Measuring problem solving skills via stealth assessment in an engaging video game. *Computers in Human Behavior*, 63, 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.047>
- Silverstein, S. M., Jaeger, J., Donovan-Lepore, A. M., Wilkniss, S. M., Savitz, A., Malinovsky, I., Hawthorne, D., Raines, S., Carson, S., Marcello, S., Zukin, S. R., Furlong, S., & Dent, G. (2010). A comparative study of the MATRICS and IntegNeuro cognitive assessment batteries. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 32(9), 937–952. <https://doi.org/10.1080/13803391003596496>

- Spiegel, J. A., & Lonigan, C. J. (2018). A head-to-toes approach to computerized testing of executive functioning in young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 44, 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.01.008>
- St Clair-Thompson, H. (2014). Establishing the Reliability and Validity of a Computerized Assessment of Children's Working Memory for Use in Group Settings. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 32(1), 15-26. <https://doi.org/10.1177/0734282913497344>
- Steinmetz, J. P., Brunner, M., Loarer, E., & Houssemand, C. (2010). Incomplete psychometric equivalence of scores obtained on the manual and the computer version of the Wisconsin Card Sorting Test?. *Psychological assessment*, 22(1), 199–202. <https://doi.org/10.1037/a0017661>
- Stricker, N. H., Lundt, E. S., Edwards, K. K., Machulda, M. M., Kremers, W. K., Roberts, R. O., Knopman, D. S., Petersen, R. C., & Mielke, M. M. (2019). Comparison of PC and iPad administrations of the Cogstate Brief Battery in the Mayo Clinic Study of Aging: Assessing cross-modality equivalence of computerized neuropsychological tests. *The Clinical neuropsychologist*, 33(6), 1102–1126. <https://doi.org/10.1080/13854046.2018.1519085>
- Syväoja, H. J., Tammelin, T. H., Ahonen, T., Räsänen, P., Tolvanen, A., Kankaanpää, A., & Kantomaa, M. T. (2015). Internal consistency and stability of the CANTAB neuropsychological test battery in children. *Psychological assessment*, 27(2), 698–709. <https://doi.org/10.1037/a0038485>
- Tarnanas, I., Tsolaki, M., Nef, T., M. Müri, R., & Mosimann, U. P. (2014). Can a novel computerized cognitive screening test provide additional information for early detection of Alzheimer's disease? *Alzheimer's and Dementia*, 10(6), 790-798. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2014.01.002>
- Trustram Eve, C., & de Jager, C. A. (2014). Piloting and validation of a novel self-administered online cognitive screening tool in normal older persons: the Cognitive Function Test. *International journal of geriatric psychiatry*, 29(2), 198–206. <https://doi.org/10.1002/gps.3993>
- Unterrainer, J. M., Rahm, B., Loosli, S. V., Rauh, R., Schumacher, L. V., Biscaldi, M., & Kaller, C. P. (2020). Psychometric analyses of the Tower of London planning task reveal high reliability and feasibility in typically developing children and child patients with ASD and ADHD. *Child neuropsychology : a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, 26(2), 257–273. <https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1642317>
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Jolani, S., & Van Luit, J. E. (2016). The Monkey game: A computerized verbal working memory task for self-reliant administration in primary school children. *Behavior research methods*, 48(2), 756–771. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0607-y>
- van Erp, T. G., Preda, A., Turner, J. A., Callahan, S., Calhoun, V. D., Bustillo, J. R., Lim, K. O., Mueller, B., Brown, G. G., Vaidya, J. G., McEwen, S., Belger, A., Voyvodic, J., Mathalon, D. H., Nguyen, D., Ford, J. M., Potkin, S. G., & FBIRN (2015). Neuropsychological profile in adult schizophrenia measured with the CMINDS.

*Psychiatry research*, 230(3), 826–834. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.10.028>

- Vanhille, S., Palmer, B., Hayes, W., & Overman, W. (2018). The effect of active participation on performance and understanding on the Iowa gambling task. *Journal of Behavioral Decision Making*, 31(11), 686-694. <https://doi.org/10.1002/bdm.2083>
- Vincent, A. S., Roebuck-Spencer, T. M., Fuenzalida, E., & Gilliland, K. (2018). Test-retest reliability and practice effects for the ANAM General Neuropsychological Screening battery. *Clinical Neuropsychologist*, 32(3) 1-16. <https://doi.org/10.1080/13854046.2017.1368716>
- Wong, A., Fong, C. H., Mok, V. C., Leung, K. T., & Tong, R. K. (2017). Computerized Cognitive Screen (CoCoSc): A Self-Administered Computerized Test for Screening for Cognitive Impairment in Community Social Centers. *Journal of Alzheimer's disease: JAD*, 59(4), 1299–1306. <https://doi.org/10.3233/JAD-170196>
- Woodhouse, J., Heyanka, D. J., Scott, J., Vincent, A., Roebuck-Spencer, T., Domboski-Davidson, K., O'Mahar, K., & Adams, R. (2013). Efficacy of the ANAM General Neuropsychological Screening Battery (ANAM GNS) for detecting neurocognitive impairment in a mixed clinical sample. *The Clinical neuropsychologist*, 27(3), 376–385. <https://doi.org/10.1080/13854046.2012.762427>
- Young, S., Gudjonsson, G. H., Goodwin, E. J., Perkins, D., & Morris, R. (2013). A validation of a computerised task of risk-taking and moral decision-making and its association with sensation-seeking, impulsivity and sociomoral reasoning. *Personality and Individual Differences*, 55(8), 941-946. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2013.07.472>

Figure 1. PRISMA flow.

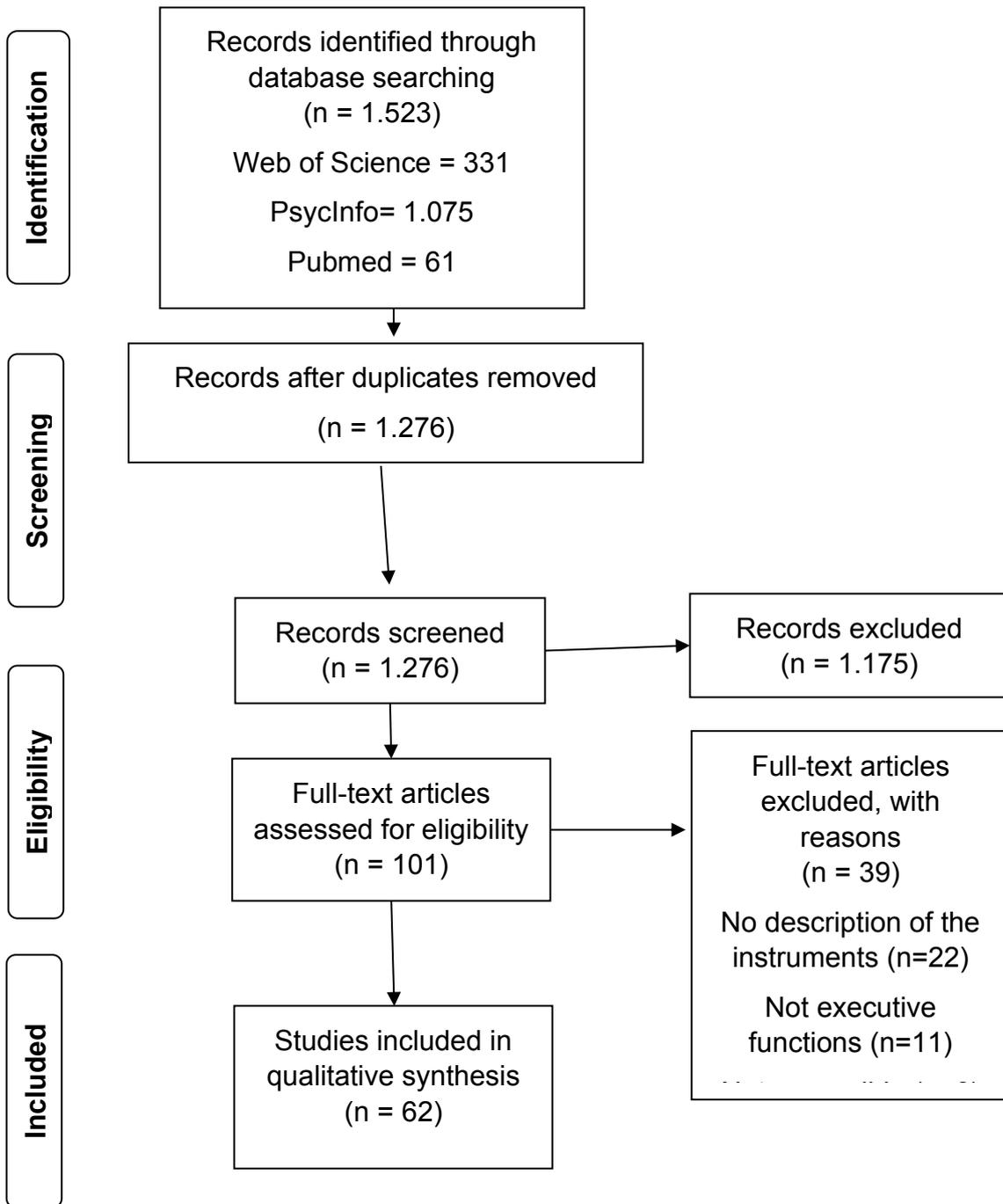


Table 1. Descriptions of included studies.

<b>Author (year)</b>	<b>Computerized instrument</b>	<b>Hardware - Input</b>	<b>Functions Assessed</b>	<b>Target Audience</b>	<b>Conclusion</b>
Silverstein et al. (2010)	IntegNeuro	PC/laptop - Touch Screen	Motor speed, attention/vigilance, working memory, verbal learning, visual learning, speed of processing, language, reasoning, and problem solving, and social cognition.	Adults	The battery demonstrated equivalent sensitivity in discriminating between patients and controls, and equivalence in test-retest practice effects
Fredrickson et al. (2010)	CogState	PC/Tablets - Touch Screen	Psychomotor function, visual attention, visual recognition memory and attention, working memory and attention.	Older adults	The instrument showed good stability, acceptability and efficiency for repeated assessment of the older adults, being useful for neuroepidemiological studies
Brooks, Iverson, Sherman & Roberge (2010)	Central Nervous System Vital Signs (CNS VS)	PC - Keyboard	Memory, Psychomotor Speed, Reaction Time, Complex Attention, and Cognitive Flexibility.	Children and adolescents	The computerized battery represents a possible method for neuropsychological screening, with children and adolescents with depression having lower scores than the control group.

Jean-Paul, Brunner, Loarer, & Houssem and (2010)	The Wisconsin Card Sorting Test Computer Version (WCST)	PC Keyboard	Cognitive Flexibility, working memory, planning and inhibition	Adults	The versions have incomplete psychometric equivalence.
Matzen et al. (2010)	Sandia Matrix Generation Software	PC - Mouse	Intelligence and reasoning	Adults	The matrices generated with the software span and expand the range of difficulties of the original matrices
Schroeders & Wilhelm (2010)	Tasks: Propositions, Matrices, and Systems of Equations	Smartphone - Touch Screen x Notebook - Touch Screen	Reasoning	Adolescents	Comparing the mobile, notebook and paper and pencil versions of the tasks, indicated that the means of application was not a critical source of individual differences.
Dwolatzky, Dimant, Simon, & Doniger (2010)	Mindstream battery for moderate impairment	PC - Mouse	Orientation (to time and place), memory, executive function, visual spatial processing, and verbal function.	Older adults	The battery differentiates varying degrees of cognitive decline in the older adults by providing distinct and detailed cognitive profiles
Becker et al. (2011)	Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment (CAMCI)	Tablets - Touch Screen	Attention, executive abilities, working memory, and verbal and visual memory	Adults	The instrument proved to be sensitive to mild cognitive decline with stability at 24-week follow-up.

Brunner et al. (2013)	Automated Neuropsychological Assessment Metrics (Ped-ANAM)	Nonspecific	Attention, working memory, processing speed, and visuoconstructive ability.	Children	The instrument showed moderate to substantial reproducibility and validity, being responsive to changes in SLE. Additional research is needed to confirm Ped-ANAM's accuracy in identifying cognitive impairment, as well as its usefulness in detecting clinically relevant changes in cognition over time.
Roebuck-Spencer, Vincent, Gilliland, Johnson, & Cooper (2013)	Automated Neuropsychological Metrics (ANAM)	PC - Mouse	Simple motor reaction time, visual scanning, visual spatial discrimination, visual recognition memory, processing speed, attention, working memory, and learning.	Adults	Based on the examinations performed, specific cutoff points should be chosen based on the sample and the most appropriate sensitivity and specificity rates for patient population, with higher cutoff points for those expected to have severe cognitive impairment.

Woodhouse et al. (2013)	The Automated Neuropsychological Assessment Metrics General Neuropsychological Screening Battery (ANAM GNS)	PC - Mouse	Motor speed, psychomotor coordination, short-term memory, attention and working memory, verbal based working memory, immediate & delayed recognition memory, executive functioning and working memory	Adults and Older adults	The instrument showed good concurrent and predictive validity with well-established neuropsychological instruments.
Kim, An, Kwon & Shin (2014)	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) 3 subtests	PC - Touch screen	Executive functions, attentional set-shifting, spatial planning, motor control, visuospatial memory.	Adults	CANTAB executive function subtests are useful and applicable for assessment of executive functions in the Korean clinical context
Tarnanas, Tsolaki, Nef, Muri & Mosimann (2014)	Virtual Reality day-out task (VR-DOT)	Nonspecific - Body movement	Executive functions, prospective memory, reasoning	Older adults	The instrument was able to differentiate two subgroups of mild cognitive impairment, progressive and non-progressive. Being able to provide additional predictive information at low cost.

Brunetti, Del Gatto, & Delogu (2014)	e-Corsi	Tablets - Touch Screen	Visuo-spatial working memory.	Adults and Older adults	The results were analogous to the standard data from the traditional test.
St Clair-Thompson (2014)	Lucid Recall	PC - Nonspecific	Working Memory	Children	The task presented adequate test-retest reliability, correlation with WISC subtests and the scores were able to distinguish children with and without special educational needs.
Trustram Eve & De Jager (2014)	Cognitive Function Test (CFT)	PC - Mouse	Episodic memory, executive function, and processing speed	Older adults	The online instrument proved to be suitable for self-administration.
Darby et al. (2014)	Cogstate Online	PC - Mouse	Reaction time, psychomotor speed, visual attention, visual recognition learning, visual recognition memory, attention, working memory, visual learning, episodic memory, spatial learning, and executive function	Older adults	The instrument is useful for frequent monitoring of cognitive functions and deserves further evaluation

Bott et al. (2014)	NIH EXAMINER	PC - Nonspecific	Cognitive Control, Working Memory, and executive functions	Older adults	The scores provided by the computerized instrument indicate that it is a more sensitive than widespread measures for executive dysfunction in patients with Parkinson's disease without dementia
Akshoomoff et al. (2014)	NIH Toolbox for Assessment of Neurological and Behavioral Function	Laptop - Touch Screen	Cognitive flexibility, Inhibitory control, Visual attention, Episodic memory, Processing speed, Oral reading skill, Working memory and Vocabulary knowledge	Children and Adolescents	The results indicate that the battery is sensitive to the effects of development. Limitations due to ceiling effects were observed in older children, floor effects in executive function tests in the younger ones, and evidence of variable measurement sensitivity to cultural / socioeconomic factors.
Brinkman et al. (2014)	GrayMatters® system	PC - Touch Screen	Memory and Executive functions	Older adults	The instrument presented evidence of temporal stability and concurrent validity in some subtests.

Fasfous (2015)	Batería de Evaluación Neuropsicológica Infantil (BENCI)	PC - Keyboard	Speed processing, visuomotor coordination, attention, memory, language, working memory, abstract reasoning, semantic fluency, inhibition, flexibility, and planning.	Children	The battery can be used in clinical and research context in Arab countries or for Arab immigrants.
Mielke et al. (2015)	CogState	PC x Tablet - Touch Screen	Psychomotor speed, visual attention, learning, attention working memory and spatial working memory	Older adults	The battery proved to be acceptable, reliable, and validated in the target population, especially administered through tablet.
van Erp et al. (2015)	Computerized Multiphasic Interactive Neurocognitive System (CMINDSs)	Nonspecific	Attention/Vigilance, Verbal Learning, Visual Learning and Reasoning/Problem Solving	Adults	The instrument can be applied in the assessment of cognitive deficits in neuropsychiatric disorders, especially on large scale.

Syvöja et al. (2015)	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)	PC - Touch Screen	Visual memory, executive function and attention	Children	The reliability and stability of computerized batteries must be confirmed in the target population before clinical or academic use. Some battery subtests were not reliable or stable in the study sample.
Hynes, Fish, Evans, & Manly (2015)	Computerised Multiple Elements Test (CMET)	PC - Mouse/Keyboard	Executive Functions	Older adults	Low performance on the instrument is correlated with frequency of lapses in daily cognition according to self-report.
Satler, Belham, Garcia, Tomaz & Tavares (2015)	Spatial-Delayed Recognition Span Task (SDRST)	PC/Tablets - Touch Screen	Visuospatial working memory	Adults and Older adults	The results corroborate the reliability of the instrument for visuospatial working memory assessment in clinical and non-clinical populations
Jacova et al. (2015)	Cognitive Testing on Computer (C-TOC)	PC - Mouse	Memory, Information processing Speed, Language, Visuospatial/constructural abilities, executive functions	Older adults	The instrument has good validity for detecting cognitive decline.

Lenehan, Summers, Saunders, Summers & Vickers (2016)	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB®)	Tablets - Touch Screen	Episodic memory, working memory, and executive functions.	Older adults	The evaluated subtests may have low sensitivity to measure discrete cognitive functions in healthy individuals or they measure other cognitive domains not included in traditional neuropsychological batteries.
Delgado-Gómez et al. (2016)	The Continuous Performance Test (CPT) variant based on movement recognition	PC - KINECT	Impulsivity	Adults	The two forms of application of the test (movement recognition and key press) are comparable.
Shute, Wang, Greiff, Zhao, & Moore (2016)	Use Your Brainz	Tablet - Touch Screen	Problem solving	Adolescents	The results indicate that the game is significantly correlated with external measures, indicating its validity, but needs to be applied to a larger sample.

Jones et al. (2016)	Dalhousie Computerized Attention Battery (DalCAB)	Laptop - Mouse	Reaction time, executive control, working memory, spatial orienting and selection.	Adults	The instrument demonstrated good test-retest reliability for some tasks and pronounced practice effects in the 24-hour interval. More studies are needed to assess the validity of delcab as a clinical and research assessment tool.
Moniz et al. (2016)	Computerized Tower of London Task	PC - Mouse/Keyboard	Planning	Adults	The instrument proved to be a reliable alternative to assess planning, accessible to clinicians
Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Jolani, & Van Luit (2016)	Monkey Game	PC - Mouse	Verbal working memory	Children	The instrument is reliable and suitable for computerized self-sufficient assessment of verbal working memory for primary school children.

Ma, Chang, Chen, & Zhou (2017)	Subtestes: Visuospatial sketchpad subtest, Phonological loop subtest, Updating function subtest, Inhibition function subtest, Switching function subtest, and a computerized version of Raven's Advanced Progressive Matrices	PC - Mouse	Working Memory	Adults	The proposed test battery comprehensively reflects the capacity of adult working memory.
Atkins et al. (2017)	Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia (BAC) App	Tablet - Touch Screen	Verbal memory, learning, working memory, motor function, verbal fluency, speed of processing, executive functions, reasoning and problem solving	Adults	The results indicate that the tablet version of the test is consistent with the traditional version.

Edgin et al. (2017)	Arizona Cognitive Test Battery (ACTB)	PC - Joystick + Nonspecific	Memory, motor planning, behavioral regulation, attention, and executive function	Children, adolescents and adults	The battery presented adequate levels of reliability and resistance to practice effects for some measures, being a viable option for repetitive testing of some functions, requiring additional measures of executive functions.
Plourde & Brooks (2017)	Central Nervous System Vital Signs (CNS VS)	PC - Nonspecific	Memory, psychomotor speed, reaction time, complex attention and cognitive flexibility	Children and Adolescents	It can be a useful tool for cognitive screening in children and adolescents in the beginning of recovery from moderate-severe TBI.
Kuhn, Willoughby, Blair, & McKinnon (2017)	Executive Function Touch (EF Touch)	PC - Touch Screen	Inhibitory control, working memory, attention shifting and flexible thinking.	Children	The battery is easy to administer and has proven to be a tool in which children with disabilities do not perform systematically worse than children in typical development.

Wong, Fong, Mok, Leung & Tong (2017)	Computerized Cognitive Screen (CoCoSc), Hong Kong version	PC - Touch Screen	Learning and memory, executive functions, orientation, attention and working memory and prospective memory.	Older adults	The instrument is viable for individuals with high or low education.
Gilboa et al. (2017)	The Jansari assessment of Executive Functions for Children (JEF-C©)	PC - Mouse	Planning, prospective memory, selective, creative and adaptative thinking	Children and Adolescents	The instrument proved to be viable, with medium internal consistency, sensitive and ecologically valid, especially for highly functional individuals.
Richard's, Introzzi, Zamora & Vernucci (2017)	Conjunction Search Task da TAC Battery	PC - Keyboard	Perceptual inhibition	Children	The computerized task has solid validity.
Cole, Arrieux, Ivins, Schwab, & Qashu (2018)	Automated Neuropsychological Assessment Metrics (ANAM), CNS Vital Signs (CNS-VS), Axon Sports' CogState Sport (CogState), e the Immediate Post-Concussion Assessment and Cognitive Testing (ImPACT)	PC - Mouse/Keyboard	Reaction time, verbal memory, visual memory, psychomotor speed, attention, cognitive flexibility, processing speed, executive functions, motor speed, impulse control.	Adults	Results were not very promising for the validity of the four investigated computer batteries, traditional methods of investigation and psychometric properties may not be suitable for computer tests.

Spiegel & Lonigan (2018)	Computerized Version of Head-Toes-Knees-Shoulders Task (HTKS-c)	PC - Mouse	Executive functions	Children	The task offers a valid measure for executive functions, equivalent to the original test, in addition to having advantages regarding standardization in administration and more accurate scores for self-correction.
Obradovic, Sulik, Finch & Tirado-Strayer (2018)		Tablets - Touch Screen	Inhibitory control, cognitive flexibility and working memory	Adolescents	The instrument is reliable for individual and group application
Stricker et al. (2018)	Cogstate Brief Battery and Cogstate's Groton Maze Learning Test (GMLT)	PC - Mouse/Keyboard Tablet - Touch Screen	Reaction time, psychomotor speed, visual attention, working memory, learning and attention	Adults and Older adults	There are small but significant differences between the application methods, more studies are needed to assess whether they impact clinical outcomes.
Flannery, Jowett, Garvey, Cutfield, & Machado (2018)	MatLAB R2013b (The Math Works, Natick, MA) and The Psychophysics Toolbox	PC - Nonspecific	Visuomotor processing (simple and choice reaction time), inhibitory control, selective attention, response switching, and working memory	Older adults	The computerized instrument differentiated the groups in the two applications, indicating that the battery was more appropriate to detect deficits than MoCA.

Gonçalves, Pinho, & Simões (2018)	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB®)	Tablets - Touch Screen	Global cognitive state, attention, working memory, Verbal episodic memory	Older adults	The correlations were greater intra-tests than inter-tests.
Akshoomoff, Brown, Bakeman, & Hagler (2018)	The NIH Toolbox Cognition Battery (NTCB)	PC - Touch Screen	Cognitive flexibility and inhibitory control	Children and Adults	Executive functions differ from other functions throughout development.
Chicchi Giglioli, de Juan Ripoll, Parra, & Alcaniz Raya (2018)	EXPANSE	PC - Mouse/Teclado	Attention, cognitive flexibility and planning	Adults	According to the results, serious games are promising complements to executive functions assessment batteries.
Moore & Miller (2018)	Gibson Test of Cognitive Skills	PC - Mouse	Short-term memory, long-term memory, processing speed, logic and reasoning, visual processing, auditory processing and word attack	Children, adolescents, adults and older adults	The instrument is reliable and valid for assessing cognition in the general population throughout the life span.

Rijnen, Linden, Emons, Sitskoorn & Gehring (2018)	Central Nervous System Vital Signs (CNS VS)	Laptop - Keyboard	Cognitive Flexibility, Processing Speed, verbal memory, visual memory, psychomotor speed, complex attention and Reaction Time	Adults	The test-retest reliability is imperfect, and practice effects were verified in some domains in the sample which affects the interpretation of results.
Vincent, Roebuck-Spencer, Fuenzalida & Gilliland (2018)	Automated Neuropsychological Assessment Metrics General Neuropsychological Screening battery (ANAM GNS)	PC/Laptop - Mouse	Simple motor reaction, visual scanning, processing speed, attention, learning, working memory, visual recognition memory, inhibition, abstract reasoning, visual spatial skill, mental rotation, visuo-spatial ability, motor control, rule adherence, spatial planning, alternation attention, sustained attention, concentration, and strategy development and execution.	Adults	The instrument showed excellent test-retest reliability within 30 days, with little practice effect, supporting its use as a reliable measure for cognition assessment.

Vanhille, Palmer, Hayes & Overman (2018)	Iowa gambling task (IGT)	Laptop - Mouse x Tablet - Touch Screen	Decision making	Adults	The results indicate that performance improves according to the degree of involvement and compliance with the understanding of the guidelines, with better results for tablet mode with involvement.
Claesdotter, Cervin, Åkerlund, Råstam & Lindvall (2018)	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)	Tablet - Touch Screen	Shifting and flexibility of attention, executive function, spatial planning, working memory, psychomotor processing speed and inhibition	Children and Adolescents	CANTAB can be a valuable tool in the diagnostic assessment of ADHD.

Bracken, Mazur-Mosiewicz, & Glazek (2019)	iPad-TMT	Tablet - Touch Screen with Stylus	Divided attention, visuomotor tracking, cognitive flexibility, speed of mental process and working memory	Adults	Computerized Part A demonstrated adequate concurrent validity, while part B did not, however, the validity in Part A has minimal significance without adequate reliability. The use of computerized versions should be careful as they can evaluate different constructs, requiring new standards.
Loe (2019)	Online Spatial Network Measure	PC – Mouse	Planning	Adults	The instrument is reliable and valid for assessment of planning.
Levy et al. (2019)	Tasks Balloon Popping, Numeric Sequencing, and Even–Odd Switching.	PC - Keyboard/ Mouse	Motor speed, processing speed and cognitive control	Older adults	Further studies should examine ways to improve the sensitivity of computerized tests by expanding the measured cognitive domains without compromising their efficiency.

Björngrim, van den Hurk, Betancort, Machado, & Lindau (2019)	Minnemera	Tablets - Touch Screen	Global cognition, processing speed and attention, Learning and Memory, Working Memory, Executive Functions, Language	Adults and Older adults	The instrument is acceptable compared to traditional tests.
Schulz-Heik, Fahimi, Durazzo, Friedman, & Bayley (2020)	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB®)	PC - Touch Screen + Press pad	Sustained attention, working memory, psychomotor speed, visuospatial memory, visual memory and learning	Adults	CANTAB can be useful as a complement to the traditional battery, but it is not an acceptable alternative for the specific needs of the patients in the sample.
Karlsen et al. (2020)	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB®)	PC - Touch Screen	Visual learning and memory, executive function, and visual attention	Adults	The results indicate that probabilistic statements can be made about changes in cognitive functions based on CANTAB performance.
Unterrainer et al. (2020)	Computerized Tower of London	PC - Mouse/Touch Screen	Planning	Children and Adults	The results indicate reliability of the instrument set of problems in a clinical and non-clinical sample.

Tsoy et al. (2020)	Tasks - Match, Flanker and Stargaze	Tablet - Touch Screen	Executive functions and processing speed, inhibition and spatial working memory	Older adults	Self-application proved to be viable and reliable even among participants without previous experience with technology.
--------------------	-------------------------------------	-----------------------	---	--------------	--

Table 2. Summary of instruments by the target audience.

Children	<p>Head-Toes-Knees-Shoulders Computerized ( HTKS-c )          Conjunction Search Task da TAC Battery          The Jansari assessment of Executive Functions for Children (JEF-C©)          The NIH Toolbox Cognition Battery (NTCB)          Lucid Recall          Executive Function Touch (EF Touch)          Central Nervous System Vital Signs (CNS VS)          Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)          Computerized Tower of London          Bateria de Evaluación Neuropsicológica Infantil (BENCI)          Gibson Test of Cognitive Skills          Arizona Cognitive Test Battery (ACTB)          Monkey Game          NIH Toolbox for Assessment of Neurological and Behavioral Function          Automated Neuropsychological Assessment Metrics (Ped-ANAM)</p>
Adolescents	<p>NIH Toolbox for Assessment of Neurological and Behavioral Function          Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)          Arizona Cognitive Test Battery (ACTB)          Tasks Propositions, Matrices, and Systems of Equations          Gibson Test of Cognitive Skills          Use Your Brainz          Central Nervous System Vital Signs (CNS VS)          The Jansari assessment of Executive Functions for Children (JEF-C©)</p>
Adults	<p>Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia (BAC) App          iPad-TMT          Iowa gambling task (IGT)          Online Spatial Network Measure          Arizona Cognitive Test Battery (ACTB)          Automated Neuropsychological Assessment Metrics General          Neuropsychological Screening Battery (ANAM GNS)          Central Nervous System Vital Signs (CNS VS)          Gibson Test of Cognitive Skills          Sandia Matrix Generation Software          Computerized Tower of London Task          Computerized Multiphasic Interactive Neurocognitive System          (CMINDSs)          Dalhousie Computerized Attention Battery (DalCAB)          Automated Neuropsychological Metrics (ANAM)          Wisconsin Card Sorting Test Computer Version (WCST)          Continuous Performance Test (CPT) variant based on movement          recognition          EXPANSE          Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)          e-Corsi          NIH Toolbox Cognition Battery (NTCB)          Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment (CAMCI)          Spatial-Delayed Recognition Span Task (SDRST)          CogState          Minnemera</p>

	<p>Immediate Post-Concussion Assessment and Cognitive Testing (ImPACT)  IntegNeuro  Tasks Visuospatial sketchpad subtest, Phonological loop subtest, Updating function subtest, Inhibition function subtest, Switching function subtest  The computerized version of Raven's Advanced Progressive Matrices</p>
Older adults	<p>Virtual Reality day-out task (VR-DOT)  Minnemera  Cognitive Testing on Computer (C-TOC)  Computerized Cognitive Screen (CoCoSc), Hong Kong version  Spatial-Delayed Recognition Span Task (SDRST)  MatLAB R2013b (The Math Works, Natick, MA) and The Psychophysics Toolbox  Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB®)  Computerized Multiple Elements Test (CMET)  e-Corsi  The Automated Neuropsychological Assessment Metrics General Neuropsychological Screening Battery (ANAM GNS)  CogState  Tasks Balloon Popping, Numeric Sequencing, and Even-Odd Switching  Cognitive Function Test (CFT)  Cogstate Online  Gibson Test of Cognitive Skills  Tasks - Match, Flanker, and Stargaze  NIH EXAMINER  GrayMatters® system  Mindstream battery for moderate impairment</p>

## ESTUDO 3

### Efeito de jogos digitais na memória e funções executivas de idosos saudáveis

#### Resumo

**Introdução:** O envelhecimento promove alterações neurológicas que podem levar ao declínio cognitivo, portanto, é importante investigar estratégias de prevenção, promoção e manutenção da cognição. **Objetivo:** Investigar o efeito da experiência com jogos digitais na memória e funções executivas de idosos saudáveis. **Método:** Trata-se de uma pesquisa caso-controle, composta por uma amostra de 50 idosos, 28 com experiência com jogos digitais e 22 sem experiência. A idade média da amostra foi de 69 anos, 82% do sexo feminino, com escolaridade média de 13 anos. Foram utilizados os instrumentos: *Montreal Cognitive Assessment*, *Rey Auditory Verbal Learning Test*, Teste de Fluência Verbal, *Trail Making Test*, Teste de Stroop e Teste de Dígitos, além de anamnese para coleta de informações sociodemográficas e sobre experiência com jogos digitais. **Resultados:** O teste de hipótese realizado por meio do Teste t de Student para amostras independentes indicou diferenças nos escores entre os grupos nos instrumentos Fluência verbal Animais ( $t(50) = 2.477$ ;  $gl = 48$ ;  $p = 0.017$ ), Dígitos Direto ( $t(50) = 3.054$ ;  $gl = 48$ ;  $p = 0.004$ ), Indireto ( $t(50) = 3.825$ ;  $gl = 48$ ;  $p < 0.0001$ ) e Total ( $t(50) = 4.313$ ;  $gl = 48$ ;  $p < 0.0001$ ), *Trail Making Test* parte B ( $t(50) = -2.910$ ;  $gl = 48$ ;  $p = 0.005$ ) e Stroop parte 3 ( $t(50) = -2.323$   $gl = 48$ ;  $p = 0.024$ ). **Conclusão:** Foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas entres os grupos em relação as funções executivas, especificamente em medidas de atenção, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva, controle inibitório e automonitoramento. Entretanto, não foram observadas diferenças na memória.

**Palavras-chave:** Envelhecimento, Jogos digitais, Funções Executivas, Memória.

#### Abstract

**Introduction:** Aging promotes neurological changes that can lead to cognitive decline; therefore, it is important to investigate strategies of prevention, promotion and maintenance of cognition. **Objective:** Investigate the effect of videogame experience of healthy older adults' memory and executive functions. **Method:** This is a case-control study, with a sample of 50 older adults, 28 with videogame experience and 22 without. The average age of the sample is 69 years, 82% female, with an average education of 13 years. The following instruments were used: Montreal Cognitive Assessment, Rey Auditory Verbal Learning Test, Verbal Fluency Test, Trail Making Test, Stroop Test and Digits Test, in addition to anamnesis, for sociodemographic and videogame experience information. **Results:** The hypothesis test performed using Student's t-test for independent samples indicated differences in scores between groups in the tests Verbal Fluency Animals: ( $t(50) = 2.477$ ;  $gl = 48$ ;  $p = 0.017$ ), Digits Direct ( $t(50) = 3.054$ ;  $gl = 48$ ;  $p = 0.004$ ), Indirect ( $t(50) = 3.825$ ;  $gl = 48$ ;  $p < 0.0001$ ), and Total ( $t(50) = 4.313$ ;  $gl = 48$ ;  $p < 0.0001$ ), Trail Making Test part B ( $t(50) = -2.910$ ;  $gl = 48$ ;  $p = 0.005$ ) and Stroop Test part 3 ( $t(50) = -2.323$   $gl = 48$ ;  $p = 0.024$ ). **Conclusion:** There were statistically

significant differences between groups in relation to executive functions, specifically in measures of attention, working memory, cognitive flexibility, inhibitory control and self-monitoring. However, there were no differences in memory.

Keywords: Aging, Videogames, Executive Functions, Memory.

## INTRODUÇÃO

Com o envelhecimento ocorrem mudanças neurológicas que podem levar a um declínio cognitivo, prejudicando a execução das atividades de vida diária e diminuindo a independência dos idosos, o que incentiva a investigação de estratégias para manutenção da cognição desta população. Os benefícios dos jogos digitais para a cognição, comparando grupos de jogadores e não-jogadores vêm sendo estudado desde a década de 80 (Griffith, Voloschin, Gibb, & Bailey, 1983). Entretanto, a literatura científica a respeito da experiência com jogos digitais na população idosa é escassa (Powers et al., 2013).

A prevenção pode ser uma estratégia eficaz para adiar os prejuízos à cognição, existindo um crescente interesse entre os idosos por este tipo de atividade (Shah, Weinborn, Verdile, Sohrabi, & Martins, 2017). A manutenção da cognição para o prolongamento da independência dos idosos é importante tanto para eles, como para seus familiares, cuidadores e comunidade. O declínio cognitivo proporcionado pelo envelhecimento, pode ser desacelerado com treinos cognitivos (Xu et al., 2020; Kaufman, Sauvé, & Ireland, 2020).

Ao longo dos anos, os treinos cognitivos têm evoluído para versões computadorizadas, com atividades cognitivamente exigentes, padronizadas e voltadas para domínios cognitivos específicos (Shah et al., 2017). Existem algumas similaridades entre este tipo de treino e os jogos digitais de modo geral, em ambos a estimulação pode ser experienciada mais como um jogo do que como um treino, proporcionando maior engajamento do que em métodos tradicionais (Gamito et al., 2011). Apesar de não envolverem a mesma padronização e não serem especificamente desenvolvidos para

treino cognitivo, jogos digitais também podem gerar demandas capazes de estimular a cognição (Wang et al., 2017).

Nesta perspectiva, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos da experiência com jogos digitais na memória e funções executivas de idosos saudáveis. A hipótese inicial da pesquisa é que jogos digitais são capazes de trazer benefícios para as funções executivas e memória de idosos saudáveis no processo de envelhecimento natural.

## **MÉTODOS**

### **Participantes**

A amostra do estudo foi composta por 50 idosos, recrutados através de divulgação em projetos direcionados a esse público e por indicação. A princípio, os idosos foram convidados a participar de uma pesquisa que envolveria treino cognitivo, mas que foi suspensa em função da Pandemia de COVID-19. Desta forma, os dados da avaliação cognitiva coletados na primeira etapa foram analisados para o desenvolvimento do presente estudo. Os critérios de inclusão foram: ter 60 anos ou mais, sem comprometimento cognitivo verificado através do *Montreal Cognitive Assessment* (Cesar, Yassuda, Porto, Brucki & Nitrini, 2019), nem neurológico ou psiquiátrico relatados em anamnese. O critério de exclusão foi: indivíduos não alfabetizados.

A amostra foi dividida em dois grupos: a) jogadores (n=28), sendo 67,8% do sexo feminino, com média de 68,6 ( $\pm 5,17$ ) anos de idade e 13 ( $\pm 4,23$ ) anos de escolaridade; e b) não-jogadores (n=22), composta apenas pelo sexo feminino, com média de 69,4 ( $\pm 5,38$ ) anos de idade e 13 ( $\pm 3,87$ ) anos de escolaridade (Tabela 1). Para a divisão dos grupos

foram considerados jogadores todos que relataram pelo menos uma hora semanal de atividade com *videogames*, aqui caracterizados como jogos digitais acessados por meio de *smartphones*, computadores, *tablets* e/ou consoles. Os dois grupos apresentaram distribuição normal, sendo pareados quanto à idade, educação, escores do MoCA e GDS, mas não ao sexo, tendo em vista que todos os homens da amostra relataram ser jogadores (Tabela 1).

### **Instrumentos**

Para avaliação geral dos participantes foi realizada entrevista e anamnese, visando obter informações sociodemográficas, condições de saúde, uso de medicamentos, escolaridade, experiência com jogos digitais, tipos e frequência de jogos. Condições econômicas foram obtidas através de um questionário socioeconômico. Para rastrear sintomas depressivos que pudessem afetar a cognição dos participantes foi utilizada a Escala de Depressão Geriátrica – GDS (Almeida & Almeida, 1999). Para rastreamento de funções cognitivas foi utilizado o *Montreal Cognitive Assessment* - MoCA (Cesar et al., 2019), que avalia: memória, linguagem, capacidade de abstração, capacidade visuoespacial e concentração.

Foram utilizados os seguintes instrumentos para avaliação da memória e das funções executivas:

*Rey Auditory Verbal Learning Test* - para avaliação da memória episódica, memória de curto prazo, imediata, tardia, e memória de reconhecimento, seu escore é a soma das palavras recordadas em cada tentativa (de Paula et al., 2012).

Teste de Fluência Verbal, (F, A, S e Animais) - com o objetivo de mensurar a produção espontânea de palavras sob condições determinadas e restritas de busca, avaliando a

memória semântica, controle inibitório e automonitoramento. Seu escore é obtido pela soma de palavras pronunciadas no período de 1 minuto para cada letra (F, A e S), e nomes de animais (Strauss et al., 2006).

Trail Making Test (parte A e B) – instrumento amplamente utilizado para avaliar atenção, flexibilidade cognitiva, funções motoras e executivas; Na parte A, a tarefa consiste em ligar os números em ordem crescente (1-2-3...); Na parte B a ligação deve ser alternada entre números e letras de forma crescente (1-A-2-B-3-C...); esse teste é analisado a partir do tempo de execução em segundos (Hamdan & Hamdan, 2010).

Teste de Stroop (Versão Victória) - para avaliação da flexibilidade cognitiva e controle inibitório; o indivíduo tem que nomear as cores de diversas palavras, inclusive nomes de cores impressas diferentes da cor da tinta, o escore é obtido por tempo de execução em segundos (Van Der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen, & Jolles, 2006).

Teste de Dígitos - tarefa utilizada para avaliação da memória, atenção, e memória de trabalho, consiste em uma etapa de repetição direta e uma de repetição em ordem inversa de números, o escore é obtido pela soma dos itens repetidos corretamente (Figueiredo & Nascimento, 2007).

## **Procedimentos**

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, protocolo número 15052419.8.0000.0102. Todos os participantes forneceram consentimento livre e esclarecido para participação. As entrevistas e avaliações neuropsicológicas com os instrumentos mencionados anteriormente foram realizadas em sessões individuais, com cerca de uma hora e trinta

minutos de duração no Laboratório de Psicologia Aplicada da Universidade Federal do Paraná.

### **Análise dos dados**

Para a análise estatística descritiva foram calculadas médias, desvios padrões e frequências absolutas dos dados. A análise estatística inferencial foi realizada a partir do cálculo do qui-quadrado, e o teste de hipótese foi realizado por meio de Teste *t* de Student's para amostras independentes, com  $\alpha$  (alpha) < 0.05 estipulado para rejeição da hipótese nula.

## **RESULTADOS**

Nas entrevistas constatou-se que 56% dos idosos relatou experiência com jogos digitais como atividade de lazer, ou seja, sem a finalidade de treino cognitivo. As categorias de jogos praticadas foram separadas através do relato dos participantes, com base na classificação de Powers et al. (2013), sendo: Ação/Violentos (jogos de tiro, com movimentos rápidos), Miméticos (em que se imitam ações da tela como no console Wii), Não-ação (jogos educacionais, jogos de simulação, como The Sims, Mario Kart) e Puzzles (como Candy Crush, Tetris e similares). Entre os participantes do grupo de jogadores desta pesquisa, 27 afirmaram preferir jogos de puzzle, com 7 mais especificamente preferindo jogos de cartas, e apenas 1 engajando em jogos de não-ação.

A Tabela 2 apresenta o desempenho nos testes de funções executivas de jogadores e não jogadores. Para determinar se existiam diferenças entre os idosos com e sem experiência com jogos digitais, foi realizado Teste *t* de Student's para amostras independentes, para os cinco instrumentos de avaliação utilizados (Tabela 2). Pode-se

verificar diferenças nos escores entre os grupos nos testes instrumentos Fluência verbal Animais:  $t(48) = 2,477$ ;  $p=0,017$ , Dígitos Direto:  $t(48) = 3,054$ ;  $p=0,004$ , Indireto:  $t(48) = 3,825$ ;  $p<0,0001$ , Total:  $t(48) = 4,313$ ;  $p<0,0001$ , Trail Making Test, parte B:  $t(48) = -2,910$ ;  $p=0,005$  e Teste de Stroop, parte 3:  $t(48) = -2,323$ ;  $p=0,024$ . Sendo mais significativos para o *Trail Making Test* B e Dígitos em todas as etapas, com tamanho de efeito grande. Nos instrumentos Fluência verbal Animais e Stroop 3 o tamanho de efeito foi moderado (Cohen, 1988).

## **DISCUSSÃO**

O objetivo deste estudo foi analisar medidas de memória e funções executivas de idosos saudáveis, com e sem experiência com jogos digitais. Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre os grupos, com melhor desempenho do grupo de jogadores nas funções executivas, mais especificamente em medidas de atenção, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva, controle inibitório e automonitoramento. Não foram observadas diferenças nas medidas de memória episódica, memória de curto prazo, memória imediata, memória tardia, e memória de reconhecimento.

Estudos comparando a cognição de idosos jogadores e não-jogadores são escassos, sendo um assunto mais investigado em jovens (Powers et al., 2013), população na qual também já foi constatado melhor desempenho nas funções executivas de jogadores (Colzato, van Leeuwen, van den Wildenberg, & Hommel, 2010; Colzato, van den Wildenberg, Zmigrod, & Hommel, 2013; Strobach, Frensch, & Schubert, 2012). Os jogos digitais podem exigir uma alta demanda de diversas habilidades cognitivas dependendo de sua proposta, podendo ser um dos fatores responsável pelas diferenças observadas entre jogadores e não jogadores. Jogos de ação por exemplo, exigem um processamento rápido de informações e respostas, um fator que pode contribuir para

benefícios na velocidade de processamento e processamento visuoespacial (Wang et al., 2017).

A demanda cognitiva dos jogos pode proporcionar benefícios ainda maiores para idosos do que para jovens (Wang et al., 2017). O rebaixamento das funções executivas em decorrência do envelhecimento pode permitir que idosos tenham maiores benefícios com estratégias de estimulação do que em jovens adultos, com funções executivas no auge do desenvolvimento, e preservadas. Deste modo, a neuroplasticidade, capacidade do cérebro se adaptar física e funcionalmente em resposta a estímulos ambientais, pode ser estimulada através de jogos cognitivamente desafiadores (Fuch & Flugge, 2014; Shah et al., 2017; Landau et al., 2012), promovendo a saúde cognitiva dos idosos.

Os resultados desta pesquisa quanto a benefícios apenas para funções executivas e não para memória dos jogadores, pode ter relação com o gênero de jogo mais praticado pela amostra. Os idosos jogadores relataram preferência pelos *puzzles*, gênero que se baseia na resolução de problemas, um exemplo deste tipo de jogo é o *Candy Crush*. Os *Puzzles* podem demandar menos da memória, e mais das funções executivas como a flexibilidade cognitiva, para alterar estratégias, além de envolver raciocínio, planejamento, e resolução de problemas para superar os desafios que se alteram a cada fase. Esses resultados vão de encontro com a hipótese da ocorrência de transferência específica do que é praticado apenas para funções cognitivas diretamente trabalhadas (Oei & Patterson, 2014a).

Evidências de melhor desempenho de idosos, quando comparados a pessoas mais jovens?, com experiência com jogos digitais para atenção e funções executivas foi igualmente constatado por Wang et al. (2017). Estes mesmos autores também não observaram diferenças nas medidas de memória, tendo uma amostra de idosos que jogava majoritariamente jogos de cartas/tabuleiro e *puzzles*. Em relação a cognição global, Wang

et al. (2017) observaram um melhor desempenho dos jogadores, o que não foi constatado na presente pesquisa. Esta divergência pode ser devido a um efeito teto no instrumento de rastreio cognitivo MOcA para ambos os grupos, possivelmente devido à alta escolaridade média da amostra.

Indivíduos com alta funcionalidade tendem a obter menores benefícios com estimulação, enquanto os com escolaridade mais baixa podem se beneficiar mais. Existe uma tendência de quanto pior a performance cognitiva prévia, melhores os resultados de estratégias de estimulação cognitiva (Peretz et al., 2011). Entretanto, apesar da escolaridade, o processo de envelhecimento cognitivo promove alterações estruturais e funcionais no cérebro, predominantemente no lobo frontal e hipocampo (Moraes, Bicalho, & Santos, 2018), o que abre espaço para a estimulação das funções executivas, permitindo observar diferenças para estas funções.

Alguns estudos indicam que a ampla demanda cognitiva dos jogos promove o aprender a aprender (*Learning to learn*), aumentando a capacidade de aprendizado rápido para novas tarefas, e favorecendo a transferência do praticado no jogo para diversos domínios cognitivos. Apesar desta hipótese ser estudada principalmente com jogos de ação (Green, Pouget & Bavelier, 2010; Powers et al. 2013; Wang et al., 2016), este efeito também foi observado a partir de um jogo tipo *Puzzle*, que demandava uma variedade de domínios cognitivos, com variação de estímulos e dificuldade (Oei & Patterson, 2014b). Diferente de jogos com estímulos repetitivos, é possível que a frequente alteração das demandas cognitivas estimule o aprendizado, favorecendo a generalização para tarefas fora do jogo. Contudo, a questão da amplitude da transferência de estimulação cognitiva com jogos digitais ainda carece de aprofundamento.

Em relação a utilização de jogos digitais para treino cognitivo, a literatura é vasta, havendo evidências de benefícios para idosos na memória de trabalho, pensamento

abstrato, inibição a distrações (Wang et al., 2016), funções executivas, velocidade de processamento de informações (Nouchi et al., 2012), atenção e memória visual (Ballesteros et al., 2014). Apesar da possibilidade de os treinos cognitivos terem melhores resultados, quando inseridos no cotidiano, os jogos digitais podem estimular a cognição e proporcionar benefícios (Belchior et al., 2019).

O presente estudo possui limitações referentes à amostra, que pode ser afetada por questões culturais, sendo todos participantes da mesma cidade, maioria do sexo feminino e com alta escolaridade. Além disso, por se tratar de um estudo observacional, não controlado, não é possível determinar que as diferenças na cognição verificadas entre as amostras, se deem exclusivamente pela prática de jogos digitais. Apesar dos jogos digitais possuírem certas vantagens, eles nem sempre são focados em habilidades cognitivas específicas, muitos sendo desenvolvidos com objetivo principal de entretenimento. Contudo, podem envolver uma série de habilidades cognitivas, levando a ganhos modestos e menos específicos para a cognição. Desta forma, dependendo do objetivo e necessidades, os digitais podem ser uma atividade cognitivamente estimulante a ser inserida no cotidiano.

## **CONCLUSÃO**

Em síntese, foram observadas evidências de que a experiência com jogos digitais produz benefícios para as funções executivas, mas não para a memória de idosos no processo de envelhecimento natural. Este estudo buscou contribuir para o conhecimento sobre o potencial dos jogos digitais para a cognição, principalmente para profissionais da área da saúde. A prática de jogos digitais pode ser estimulada em especial quando o idoso tem familiaridade com essas tecnologias, para complementar e dar continuidade em domicílio o que é trabalhado pelos profissionais.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, O. P., & Almeida, S. A. (1999). Confiabilidade da versão brasileira da Escala de Depressão em Geriatria (GDS) versão reduzida. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 57(2B), 421-426. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X1999000300013>
- Ballesteros, S., Prieto, A., Mayas, J., Toril, P., Pita, C., Ponce de León, L., ... Waterworth, J. (2014). Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00277>
- Belchior, P., Yam, A., Thomas, K. R., Bavelier, D., Ball, K. K., Mann, W. C., & Marsiske, M. (2019). Computer and Videogame Interventions for Older Adults' Cognitive and Everyday Functioning. *Games for Health Journal*, 8(2), 129–143. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0092>
- Cesar, K. G., Yassuda, M. S., Porto, F. H. G., Brucki, S. M. D., & Nitrini, R. (2019). MoCA Test: normative and diagnostic accuracy data for seniors with heterogeneous educational levels in Brazil. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 77(11), 775-781. <https://doi.org/10.1590/0004-282x20190130>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd Edn. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Colzato, L. S., van den Wildenberg, W. P. M., Zmigrod, S., & Hommel, B. (2013). Action video gaming and cognitive control: playing first person shooter games is associated with improvement in working memory but not action inhibition. *Psychological Research*, 77(2), 234–239. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0415-2>
- Colzato, L. S., van Leeuwen, P. J. A., van den Wildenberg, W. P. M., & Hommel, B. (2010). DOOM'd to switch: Superior cognitive flexibility in players of first person shooter games. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00008>
- de Paula, J. J., Melo, L. P. C., Nicolato, R., de Moraes, E. N., Bicalho, M. A., Hamdan, A. C., & Malloy-Diniz, L. F. (2012). Fidedignidade e validade de construto do teste de aprendizagem auditivo-verbal de Rey em idosos Brasileiros. *Revista de Psiquiatria Clínica*. <https://doi.org/10.1590/S0101-60832012000100004>
- Figueiredo, V. L. M. de, & Nascimento, E. do. (2007). Desempenhos nas duas tarefas do subtteste dígitos do WISC-III e do WAIS-III. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. <https://doi.org/10.1590/s0102-37722007000300010>
- Fuchs, E. & Flugge, G. (2014). *Adult Neuroplasticity: More Than 40 Years of Research*.

Neural plasticity. 2014. 541870. 10.1155/2014/541870

- Gamito, P., Oliveira, J., Pacheco, J., Santos, N., Morais, D., Saraiva, T., ... Sottomayor, C. (2011). The contribution of a VR-based programme in cognitive rehabilitation following stroke. *2011 International Conference on Virtual Rehabilitation, ICVR 2011*. <https://doi.org/10.1109/ICVR.2011.5971824>
- Green, C. S., Pouget, A., & Bavelier, D. (2010). Improved probabilistic inference as a general learning mechanism with action video games. *Current Biology*, 20(17), 1573–1579. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.07.040>
- Griffith, J. L., Voloschin, P., Gibb, G. D., & Bailey, J. R. (1983). Differences in eye-hand motor coordination of video-game users and non-users. *Perceptual and Motor Skills*. <https://doi.org/10.2466/pms.1983.57.1.155>
- Hamdan, A. C., & Hamdan, E. M. L. R. (2010). Effects of age and education level on the Trail Making Test in a healthy Brazilian sample. *Psychology & Neuroscience*. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2009.2.012>
- Kaufman, D., Sauv e, L., & Ireland A. (2020) Playful Aging: Digital Games for Older Adults [White paper]. AGE-WELL Canada’s Technology and Aging Network. [https://agewell-nce.ca/wp-content/uploads/2020/02/AGE-WELL\\_WP4.2\\_White-paper\\_GAMES.pdf](https://agewell-nce.ca/wp-content/uploads/2020/02/AGE-WELL_WP4.2_White-paper_GAMES.pdf)
- Landau, S. M., Marks, S. M., Mormino, E. C., Rabinovici, G. D., Oh, H., O’Neil, J. P., ... Jagust, W. J. (2012). Association of lifetime cognitive engagement and low  $\beta$ -amyloid deposition. *Archives of Neurology*. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2011.2748>
- Moraes, E. N., Bicalho, M. A. C. & Santos, R. B. (2018) Geriatria. In Malloy-Diniz, L. F., Fuentes, D., Mattos, P. & Abreu, N. (Orgs.), *Avalia o Psicol gica* (2; 262-269). Porto Alegre: Artmed.
- Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Akitsuki, Y., Shigemune, Y., & Kawashima, R. (2012). Brain training game improves executive functions and processing speed in the elderly: a randomized controlled trial. *PloS One*, 7(1), e29676. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029676>
- Oei, A. C., & Patterson, M. D. (2014a). Are videogame training gains specific or general?. *Frontiers in systems neuroscience*, 8, 54. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00054>
- Oei, A. C., & Patterson, M. D. (2014b). Playing a puzzle video game with changing requirements improves executive functions. *Computers in Human Behavior*, 37, 216–228. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.046>
- Peretz, C., Korczyn, A. D., Shatil, E., Aharonson, V., Birnboim, S., & Giladi, N. (2011). Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: A randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation. *Neuroepidemiology*, 36(2), 91–99. <https://doi.org/10.1159/000323950>
- Powers, K. L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., Palladino, M. A., & Alfieri, L. (2013). Effects of video-game play on information processing: a meta-analytic investigation.

- Shah, T. M., Weinborn, M., Verdile, G., Sohrabi, H. R., & Martins, R. N. (2017). Enhancing Cognitive Functioning in Healthy Older Adults: a Systematic Review of the Clinical Significance of Commercially Available Computerized Cognitive Training in Preventing Cognitive Decline. *Neuropsychology Review*. <https://doi.org/10.1007/s11065-016-9338-9>
- Strauss, S. Flasskamp, A., Schlegel, U. (2011). *A compendium of Neuropsychological Tests: Administration, norms and commentary*. New York: Oxford University Press
- Strobach, T., Frensch, P. A., & Schubert, T. (2012). Video game practice optimizes executive control skills in dual-task and task switching situations. *Acta Psychologica*, 140(1), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.02.001>
- Van Der Elst, W., Van Boxtel, M. P. J., Van Breukelen, G. J. P., & Jolles, J. (2006). The Stroop color-word test: Influence of age, sex, and education; and normative data for a large sample across the adult age range. *Assessment*. <https://doi.org/10.1177/1073191105283427>
- Wang, P., Liu, H.-H., Zhu, X.-T., Meng, T., Li, H.-J., & Zuo, X.-N. (2016). Action video game training for healthy adults: A meta-analytic study. *Frontiers in Psychology*, 7(JUN). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00907>
- Wang, P., Zhu, X.-T., Liu, H.-H., Zhang, Y.-W., Hu, Y., Li, H.-J., & Zuo, X.-N. (2017). Age-Related Cognitive Effects of Videogame Playing Across the Adult Life span. *Games for Health Journal*, 6(4), 237–248. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0005>
- Xu, W., Liang, H.-N., Baghaei, N., Wu Berberich, B., & Yue, Y. (2020). Health Benefits of Digital Videogames for the Aging Population: A Systematic Review. *Games for Health Journal*. <https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0130>

Tabela 1. Características sociodemográficas da amostra.

	Jogadores(n=28)	Não-Jogadores (=22)	P
Idade, Média ± D.P	68.6 ± 5.17	69.4 ± 5.38	0.599*
Escolaridade, Média ± D.P	13.0 ± 4.23	13.0 ± 3.87	1.000*
GDS, Média ± D.P	2.50 ± 2.57	2.95 ± 2.32	0.521*
MoCA, Média ± D.P	27.5 ± 1.93	27.4 ± 2.48	0.828*
Sexo (F/M), Frequência Absoluta	19/9	22/0	0.003**
Estado Civil, Frequência Absoluta			0.484**
Solteiro	3	3	
Casado	13	6	
Divorciado	9	8	
Viúvo	3	5	
Classificação Econômica, Frequência Absoluta			0.562**
A	6	6	
B1	9	7	
B2	6	4	
C1	6	2	
C2	1	3	

Notas: D.P= Desvio Padrão; GDS= Escala Geriátrica de Depressão; MoCA= Montreal Cognitive Assessment; F=Feminino; M=Masculino; \* T Test; \*\*X<sup>2</sup>.

Tabela 2. Desempenho da amostra em relação aos testes de memória e funções executivas

	Jogadores(n=28)	Não-Jogadores(=22)	p	Cohens'd
	Média ± D.P	Média ± D.P		
RAVLT A1	4.71 ± 1.21	4.91 ± 1.66	0.634	-0.1367
RAVLT A1-A5	40.7 ± 6.09	42.0 ± 9.45	0.577	-0.1602
RAVLT A6	7.21 ± 2.60	8.18 ± 2.65	0.201	-0.3690
RAVLT A7	7.39 ± 2.50	8.00 ± 2.94	0.434	-0.2246
RAVLT R	13.0 ± 1.83	12.6 ± 2.04	0.459	0.2128
FAS	37.3 ± 9.09	37.1 ± 8.40	0.927	0.0262
FAS A	18.8 ± 4.79	15.9 ± 3.26	0.017	0.7059
DIGITOS D	8.07 ± 1.56	6.86 ± 1.13	0.004	0.8703
DIGITOS I	5.86 ± 1.46	4.41 ± 1.14	<0,0001	1.0898
DIGITOS T	13.9 ± 2.45	11.3 ± 1.72	<0,0001	1.2288
TMT A	40.2 ± 16.2	49.5 ± 16.8	0.053	-0.5653
TMT B	104 ± 41.1	152 ± 75.7	0.005	-0.8291
STROOP 1	17.1 ± 3.47	18.0 ± 5.81	0.481	-0.2022
STROOP 2	21.3 ± 3.83	23.0 ± 6.65	0.268	-0.3196
STROOP 3	31.9 ± 8.26	38.1 ± 10.8	0.024	-0.6620

Notas: D.P = Desvio Padrão; p= Poder estatístico; Cohens'd = Tamanho de efeito; RAVLT= Rey Auditory Verbal Learning; FAS= Fluência Verbal; FAS A= Fluência Verbal Animais TMT= Trail Making Test.

## CONCLUSÃO

Devido ao aumento da longevidade, estratégias para preservação da cognição tem se tornado cada vez mais relevantes. O uso de jogos digitais para estimulação cognitiva tem se mostrado promissor, conforme as evidências encontradas na revisão sistemática e no estudo empírico que compõe esta dissertação. Além da necessidade de ferramentas de estimulação e treino cognitivo, frente aos desafios impostos pela Pandemia de COVID-19, destaca-se a importância da investigação, adaptação e desenvolvimento de instrumentos de avaliação cognitiva computadorizados, como evidenciado na revisão de escopo realizada. Através destes, torna-se possível a realização de avaliações e acompanhamentos do estado cognitivo de modo remoto, tanto de idosos, como de outras camadas da população, prevenindo a disseminação de vírus, e reduzindo a necessidade de locomoção.

Os resultados decorrentes desta dissertação nos levam a concluir que, a qualidade da produção científica sobre treino cognitivo com idosos por meio de jogos digitais é regular, entretanto, apresentam variações nos métodos, e carecem de cuidados principalmente quanto a validade externa. Também foi possível perceber que o desenvolvimento de instrumentos de avaliação cognitiva computadorizados é um campo em expansão que preza pela qualidade psicométrica. Por fim, observamos a possibilidade de jogos digitais promoverem benefícios para as funções executivas de idosos, podendo ser uma prática cognitivamente estimulante inserida no cotidiano.

Desta forma, a presente dissertação busca fornecer um panorama para futuras pesquisas com o uso de tecnologias digitais tanto para a avaliação, quanto para a estimulação da cognição, em especial para o público idoso. Salienta-se a relevância do tema para os profissionais de saúde de que, uma melhor compreensão sobre os jogos

digitais, estimule reflexões quanto a possibilidade da inserção destes no cotidiano dos idosos, o que pode trazer benefícios para a cognição desses.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017. 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- MAXIMILIANO SALVADORI MARTINHÃO (Brasil). Comitê Gestor da Internet no Brasil (org.). Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: tic domicílios 2018. TIC domicílios 2018. 2019. Disponível em: [https://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/12225320191028-tic\\_dom\\_2018\\_livro\\_eletronico.pdf](https://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/12225320191028-tic_dom_2018_livro_eletronico.pdf). Acesso em: 15 fev. 2021.
- MORAES, Edgar Nunes, BICALHO, Maria Aparecida Camargo, SANTOS, Rodrigo Ribeiro. Geriatria. In: MALLOY-DINIZ, Leandro F. et al (org.). Avaliação Neuropsicológica. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

## ANEXOS

### Anexo 1 – Anamnese

Avaliador: \_\_\_\_\_

Data da avaliação: \_\_\_\_\_

#### I. Identificação

Nome:

Sexo: \_\_\_\_\_ Escolaridade (em anos): \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_ Aposentado: ( ) Sim ( ) Não

Situação previdenciária: ( ) Privada ( ) Pública

Desenvolve alguma outra atividade produtiva remunerada?

( ) Sim ( ) Não

Serviço de Saúde: Público ( ) Privado ( )

Idade: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_\_\_

Naturalidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

Estado Civil: ( ) Casado ( ) Solteiro ( ) Viúvo ( ) Separado ( ) Outros

Quantos filhos \_\_\_\_\_ Filhas \_\_\_\_\_

Endereço atual:

Telefone/Celular:

#### II. Avaliação da saúde

Doenças Respiratórias (asma, pneumonia...):

Doenças Endócrino-Metabólicas (Diabete, hipo/hipertireoidismo):

Doenças Neuro-Psiquiátricas (depressão, demência, AVC):

Outras doenças:

#### III. História pessoal atual e pregressa

1. Tabagismo.....( ) sim ( ) não

Número de cigarros/dia: \_\_\_\_\_ Duração/anos: \_\_\_\_\_

2. Etilismo.....( ) sim ( ) não

Tipo de bebida: \_\_\_\_\_ Dose diária: \_\_\_\_\_ Duração/anos: \_\_\_\_\_

#### 3. Sexualidade

Vida sexual ativa .....( ) sim ( ) não

Parceiro.....( ) sim ( ) não

#### 4. Sono

Distúrbio do sono.....( ) sim ( ) não  
( ) insônia ( ) hipersonia

O transtorno do sono interfere com as atividades do dia .....( ) sim ( ) não

O paciente acorda muito cedo ou muito tarde.....( ) sim ( ) não

O paciente demora a adormecer... .....( ) sim ( ) não

O paciente tem despertares noturnos .....( ) sim ( ) não

Noctúria ( ) Pesadelos ( ) Preocupação ( ) Dispnéia ( ) Dor ( )

Roncos ( ) Mioclonia das pernas ( )

Os cochilos diurnos são.....

( ) Frequentes      ( ) Pouco frequentes mas longos      ( ) Ausentes

**5. Atividade física.....( ) sim      ( ) não**

Frequência ( ) regular      ( ) ocasional      ( ) raro

Tipo: \_\_\_\_\_

Orientada por profissional .....( )sim      ( )não

**Tem dificuldades para realizar alguma atividade do dia-a-dia, como tomar banho, vestir-se, usar o banheiro, locomover-se ou se alimentar?**

( ) Sim. No que? \_\_\_\_\_

( ) Não.

**6. Medicamentos em uso**

Droga	Indicado para....	Tempo de Uso	Indicação Médica

**Presença de hipersensibilidade à drogas ou intolerância de qualquer natureza**

( ) não      ( ) sim Especificar: \_\_\_\_\_

**7. Órteses / Próteses.....( ) sim      ( ) não**

**Especificar:**

**8. Hospitalizações clínicas (Diagnóstico/ano)**

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

**9. Cirurgias prévias**

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

**10. História familiar positiva para:**

Doença cardiovascular .....( ) sim

( ) não

Hipertensão arterial sistêmica..... ( ) sim

( ) não

Diabetes mellitus tipo II..... ( ) sim

( ) não

Doença tireoidiana..... ( ) sim

( ) não

Câncer ..... ( ) sim

( ) não

Osteoporose/Fratura de fragilidade.....( ) sim ( )

não

Depressão..... ( ) sim ( )

não

Demência..... ( ) sim ( )

não

Outras: .....( ) sim ( )

não

**Especificar:** \_\_\_\_\_

### **Mobilidade**

**a. Marcha**.....( )

1. Sozinho      2. Ajuda ocasional      3. Ajuda frequente      4. Muleta ou bengala  
5. andador      6. Cadeira de rodas      7. Imobilidade completa (acamado)

**Subir escada (5 degraus)**.....( )

S. Sim      N. Não      9. NA

**b. Quedas (último ano)**.....( ) nenhuma ( ) uma ( ) 2 a 4 ( ) 5 ou mais

Repercussão funcional pós-queda ( ) Sim ( ) Não

Causas: ( ) tropeção/escorregão ( ) ausência de motivo aparente

( ) perda de consciência ( ) doença aguda

Quanto tempo ficou no chão: \_\_\_\_\_

Precisou de ajuda para se levantar.....Sim Não

**c. Fratura**.....( ) sim ( ) não

( ) vértebra ( ) fêmur ( ) antebraço ( ) outro      Data:

( ) Espontânea ( ) Acidental

### **Sobre o treino**

**Você tem experiência com jogos de computador?**

( ) sim

( ) não

**Atualmente você joga algo em dispositivos eletrônicos (computador, smartphone, tablet)?**

( ) sim

( ) não

**Caso sim, quantas horas por semana você passa jogando?**

( ) 30 minutos

( ) até uma hora

( ) 2-3 horas

( ) 4-5 horas

( ) 6 horas ou mais

**Que tipo de jogos você joga?**

( ) puzzles

( ) ação

( ) outros \_\_\_\_\_

**Quão motivado você se sente para participar da pesquisa?**

- muito motivado
- motivado
- indiferente
- pouco motivado
- não motivado

**Quais as suas expectativas em relação aos resultados da pesquisa?**

---

---

---

**2. Observação do comportamento**

Aparência: \_\_\_\_\_  
Comportamento geral: \_\_\_\_\_  
Linguagem: \_\_\_\_\_  
Afeto: \_\_\_\_\_  
Comportamento motor: \_\_\_\_\_

**Outras impressões:**

## Anexo 2 - ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA

Instruções: Eu vou ler algumas frases para avaliar como o Sr (a) se sentiu na última semana.

Responda apenas sim ou não:

Nº	Questão	Resposta	Pont.
1	Você está satisfeito, de modo geral, com sua vida	SIM / NÃO	
2	Você abandonou muitas atividades ou interesses de que gostava?	SIM / NÃO	
3	Você acha que sua vida está vazia?	SIM / NÃO	
4	Você tem ficado aborrecido com frequência?	SIM / NÃO	
5	Você está de bom-humor a maior parte do tempo?	SIM / NÃO	
6	Você teme que algo ruim aconteça a você?	SIM / NÃO	
7	Você se sente feliz a maior parte do tempo?	SIM / NÃO	
8	Você se sente freqüentemente desamparado?	SIM / NÃO	
9	Você prefere ficar em casa do que sair e fazer coisas novas?	SIM / NÃO	
10	Você acha que tem mais problemas de memória que a maioria?	SIM / NÃO	
11	Você acha que é maravilhoso estar vivo agora?	SIM / NÃO	
12	Você se sente inútil do jeito que está hoje em dia?	SIM / NÃO	
13	Você se sente cheio de energia?	SIM / NÃO	
14	Você sente sem esperança a situação em que você se encontra agora?	SIM / NÃO	
15	Você acha que a maioria das pessoas está melhor que você?	SIM / NÃO	
<b>TOTAL</b>			

**Pontuação:** Os escores inferiores a 5 são normais; entre 5 e 10 indicam depressão leve a moderada; escores maiores que 10 indicam depressão grave.

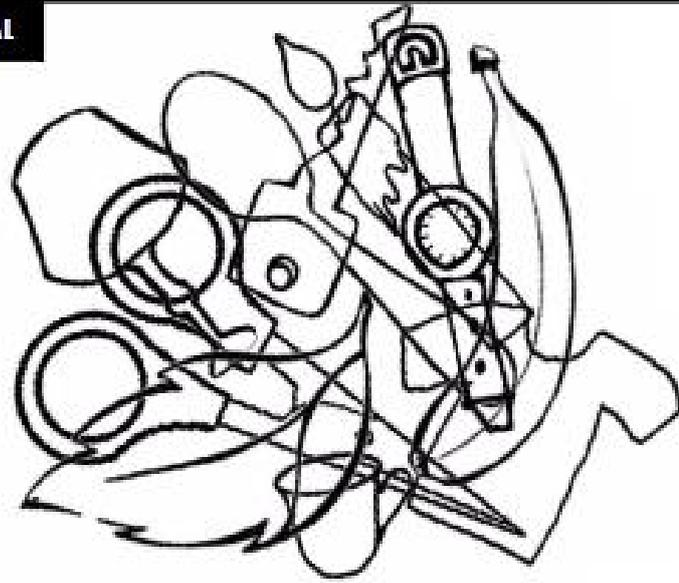
**Fonte:** Sheikh, J. I. & Yesavage, J. A. Geriatric Depression Scale (GDS): recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontology*. 1986, 5(1/2): 165-173.

Yesavage, J. A. Geriatric Depression Scale. *Psychopharmacol Bull*. 1988, 24(4):709-711.

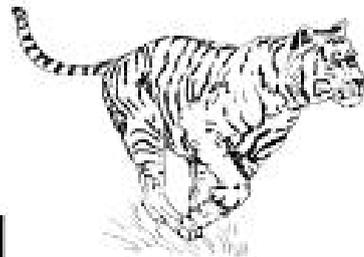
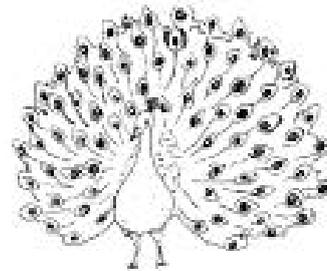
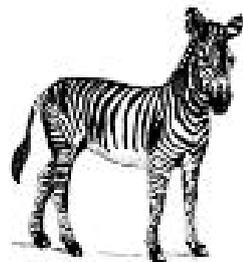
# Anexo 3 – MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT - BASIC (MoCA-B) <span style="float: right;">Versão Brasileira</span>						Nome _____
						Sexo _____ Idade _____
						Escolaridade _____ Data _____
						Administrado por _____
<b>FUNÇÕES EXECUTIVAS</b>						<b>PONTUAÇÃO</b>
						HORÁRIO DE INÍCIO _____ ( /1)
<b>EVOCAÇÃO IMEDIATA</b>						Não pontua
Realize 2 tentativas mesmo que a 1ª tenha sido bem sucedida						
1ª tentativa	VIOLÃO	SOFÁ	JOELHO	AZUL	COLHER	
2ª tentativa						
<b>FLUÊNCIA</b> Diga o maior número de <b>FRUTAS</b> que conseguir em 1 minuto <span style="float: right;">Nº _____</span>						( /2)
1 .....	2 .....	3 .....	4 .....	5 .....	6 .....	2 pontos se ≥ 13
7 .....	8 .....	9 .....	10 .....	11 .....	12 .....	1 ponto se 8-12
13 .....	14 .....	15 .....	16 .....	17 .....	18 .....	0 pontos se ≤ 7
<b>ORIENTAÇÃO</b> [ ] horário (± 2h) [ ] dia da semana [ ] mês [ ] ano [ ] local [ ] cidade						( /6)
<b>CÁLCULO</b> Diga 3 formas de pagar por um produto que custa R\$ 13: usando moedas de R\$ 1, notas de R\$ 5 e notas de R\$ 10.						( /3)
[ ] 1. .... [ ] 2. .... [ ] 3. ....						
<b>ABSTRAÇÃO</b> A que categorias essas palavras pertencem? (e.g. laranja - banana = frutas)						( /3)
[ ] trem - barco [ ] norte - sul [ ] tambor - flauta						
<b>EVOCAÇÃO TARDIA</b>						( /5)
Evocação livre						
Pontos são atribuídos às evocações livres (1 ponto para cada item)						
Evocação com pista						
Reconhecimento						
VIOLÃO	SOFÁ	JOELHO	AZUL	COLHER		
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]		
instrumento musical	peça de mobília	parte do corpo	cor	utensílio de cozinha		
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]		
violão/piano/tambor	mesa/sofá/cama	perna/joelho/braço	azul/marron/verde	garfo/faca/colher		
<b>PERCEPÇÃO VISUAL</b>						( /3)
Identifique as figuras. Máximo de 60 segundos. (folha de estímulos)						
tesoura	camiseta	banana	abajur	vela	3 pontos se 9-10	
relógio	xícara	folha	chave	colher	2 pontos se 6-8	
						1 ponto se 4-5
						0 pontos se 0-3
<b>NOMEAÇÃO</b> Identifique os animais. (folha de estímulos) [ ] zebra [ ] pavão [ ] tigre [ ] borboleta						( /4)
<b>ATENÇÃO</b> Diga os números nos círculos. (folha de estímulos) <b>1 5 8 3 9 2 0 3 9 4 0 2 1 6 8 7 4 6 7 5</b> <span style="float: right;">Nº DE ERROS _____</span>						( /1)
						Não pontua se ≥ 2 erros
Diga os números nos círculos e quadrados: <b>3 8 5 1 3 0 2 9 2 0 4 9 7 8 6 1 5 7 6 4</b> <span style="float: right;">Nº DE ERROS _____</span>						( /2)
(folha de estímulos) <b>1 5 8 3 9 2 0 3 9 4 0 2 1 6 8 7 4 6 7 5</b>						
						2 pontos se ≤ 2 erros
						1 ponto se 3 erros
						0 pontos se ≥ 4 erros
Adapted by : Daniel Apolinario MD Copyright : Z. Nasreddine MD						<b>PONTUAÇÃO TOTAL ( /30)</b>
Final Version October 20, 2015						Some 1 ponto se escolaridade < 4 anos + 1 ponto se analfabeto(a)

**PERCEÇÃO VISUAL**



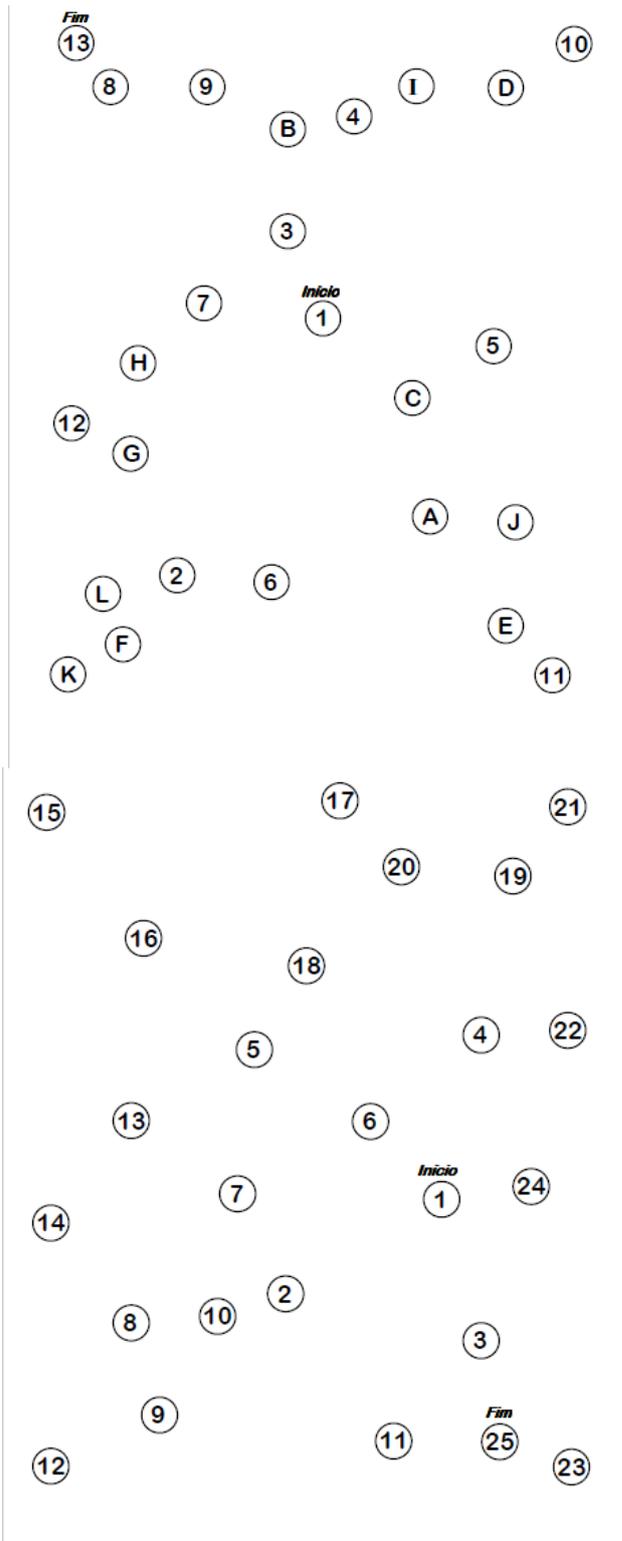
**NOMEAÇÃO**



**ATENÇÃO**

1	5	8	3	9	2	0	3	9	4	0	2	1	6	8	7	4	6	7	5
3	8	5	1	3	0	2	9	2	0	4	9	7	8	6	1	5	7	6	4
1	5	8	3	9	2	0	3	9	4	0	2	1	6	8	7	4	6	7	5

# Anexo 4 - TRAIL MAKING TEST



## Anexo 5 - TESTE DE APRENDIZAGEM AUDITIVO-VERBAL DE REY – RAVLT

Nome \_\_\_\_\_

Examinador \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Nascimento: \_\_\_\_\_

LISTA A	1	2	3	4	5	LISTA B	B1	A6	A7	LISTA A
BALÃO						CARRO				BALÃO
FLOR						MEIA				FLOR
SALA						PATO				SALA
BOCA						FOGO				BOCA
CHUVA						SOFÁ				CHUVA
MÃE						DOCE				MÃE
CIRCO						PONTO				CIRCO
PEIXE						VASO				PEIXE
LUA						LIVRO				LUA
CORPO						PORTA				CORPO
CESTA						ÍNDIO				CESTA
LÁPIS						VACA				LÁPIS
MESA						ROUPA				MESA
CHAPÉU						CAIXA				CHAPÉU
MILHO						RIO				MILHO

Total A1 a A5 – (5 x A1): \_\_\_\_\_

B1/A1: \_\_\_\_\_

A6/A5: \_\_\_\_\_

A7/A6: \_\_\_\_\_

LISTA PARA O RECONHECIMENTO:

___ <b>LUA (A)</b>	___ COR (FA)	___ PONTO (B)	___ VACA (B)	___ MEIA (B)
___ GALO (SB)	___ ÍNDIO (B)	___ <b>FLOR (A)</b>	___ <b>SALA (A)</b>	___ JARDIM (SA)
___ FOGO (B)	___ <b>BALÃO (A)</b>	___ ISCA (SA)	___ FILHO (SA /FA)	___ SOFÁ (B)
___ <b>CHAPÉU (A)</b>	___ RUA (FA)	___ <b>BOCA (A)</b>	___ BOLA (SA)	___ FESTA (FA)
___ VASO (B)	___ PLANTA (SA/SB)	___ <b>CHUVA (A)</b>	___ AULA (SA)	___ DOCE (B)
___ <b>MESA (A)</b>	___ ROUPA (B)	___ CAIXA (B)	___ <b>MILHO (A)</b>	___ SOL (SA)
___ LAGO (SB)	___ <b>CORPO (A)</b>	___ ROSA (SA)	___ BOLO (SB)	___ <b>MÃE (A)</b>
___ PORTA (B)	___ PATO (B)	___ <b>CIRCO (A)</b>	___ <b>PEIXE (A)</b>	___ PAPEL (FA)
___ DENTE (SA)	___ <b>CESTA (A)</b>	___ CARRO (B)	___ BOTÃO (FA)	___ MAR (SB)
___ RIO (B)	___ LIVRO (B)	___ <b>LÁPIS (A)</b>	___ LEITE (SA)	___ VENTO (FB)

A = palavra da lista A.; B = Palavra da lista B; SA = Semanticamente semelhante a palavra da lista A; SB = Semanticamente semelhante a palavra da lista B; FA = fonologicamente semelhante a palavra da lista A; FB = fonologicamente semelhante a palavra da lista B;

RECONHECIMENTO:

Número de palavras-alvo corretamente identificadas \_\_\_\_\_

## **Anexo 6 - STROOP**

### **Cartão nº1**

Apresentar o Cartão e dizer:

Leia: **“NESTE CARTÃO, VOCÊ DEVE ME DIZER AS CORES DOS RETÂNGULOS O MAIS RÁPIDO QUE PUDER”.**

Após essa instrução, o cartão 1 deve ser colocado sobre a mesa, diante do examinando.

Prosseguir com as instruções:

Leia: **“COMECE AQUI (aponte para o primeiro retângulo) E VÁ ATRAVÉS DA LINHA, FAZENDO LINHA POR LINHA, DA ESQUERDA PARA A DIREITA, ATÉ O FIM DO CARTÃO”.**

Se necessário uma instrução adicional, dizer:

Leia: **“DIGA A COR NA QUAL OS RETÂNGULOS ESTÃO IMPRESSOS”.**

Se o examinando apresentar dúvidas quanto às instruções dadas, o examinador deverá recolher o cartão e fornecer os esclarecimentos necessários ou instruções adicionais. Após certificar-se de que as instruções foram compreendidas, o examinador deverá recolocar o cartão diante do examinando e dizer:

Leia: **“PODE COMEÇAR”.** (Iniciar o cronômetro, que somente deve ser parado ao final desta tarefa).

Se o examinando errar ao nomear a cor, caso ele mesmo não se corrija de forma automática e espontaneamente, o examinador deverá corrigi-lo imediatamente, dizendo o nome correto da cor (p. ex., se o examinando disser *marrom* diante de estímulo *rosa* e não corrigir automaticamente seu erro, o examinador deverá imediatamente dizer *rosa*).

Na Folha de Resposta, registrar o tempo total para completar a tarefa, o número de acertos, de erros e de correções cometidas.

Com o término desta prova, passar para o Cartão nº2.

### **Cartão nº2**

Apresentar o Cartão e dizer:

Leia: **“NESTE CARTÃO, VOCÊ DEVE NOMEAR AS CORES DAS PALAVRAS O MAIS RÁPIDO POSSÍVEL”.**

Após essa instrução, o examinador deverá colocar o cartão sobre a mesa, diante do examinando, e prosseguir:

Leia: **“COMECE AQUI (apontando a primeira palavra) E VÁ ATRAVÉS DA LINHA, FAZENDO LINHA POR LINHA, DA ESQUERDA PARA A DIREITA, ATÉ O FIM DO CARTÃO”**.

Se necessário uma instrução adicional, dizer:

Leia: **“NOMEIE AS CORES NAS QUAIS AS PALAVRAS ESTÃO IMPRESSAS”**.

Colocar novamente o Cartão diante do examinando e dizer:

Leia: **“PODE COMEÇAR”**. (Iniciar o cronômetro, que somente deve ser parado ao final desta tarefa).

Se o examinando, em vez de nomear a cor da palavra, ler a palavra, caso não corrija automática e espontaneamente seu erro, o examinador deverá corrigi-lo imediatamente, limitando-se a dizer a cor (p. ex., se o examinando, em vez de dizer *verde*, ler a palavra *cada*, o examinador o corrige dizendo *verde*). O mesmo procedimento deverá ser adotado caso o examinando nomeie a cor erroneamente.

Na Folha de Resposta, registrar o tempo total para completar a prova, o número de acertos, de erros e o número de correções cometidas.

Com o término desta prova, passar para o Cartão nº3.

### **Cartão nº3**

Apresentar o Cartão e dizer:

Leia: **“NESTE CARTÃO, NOVAMENTE VOCÊ DEVE NOMEAR AS CORES DAS PALAVRAS. NOMEIE AS CORES NAS QUAIS AS PALAVRAS ESTÃO IMPRESSAS O MAIS RÁPIDO QUE PUDER”**.

Se necessário uma instrução adicional, dizer:

Leia: **“NÃO LEIA A PALAVRA, DIGA A COR NA QUAL ELA ESTÁ IMPRESSA”**.

Após ter se certificado de que o examinando compreendeu a tarefa, o examinador deve dizer:

Leia: **“PODE COMEÇAR”**. (Iniciar o cronômetro, que somente deve ser parado ao final desta tarefa).

Os procedimentos seguintes são iguais aos do Cartão nº2.

## Anexo 7 - TESTE DE DÍGITOS

Eu vou dizer alguns números. Escute cuidadosamente e quando eu acabar, o Sr(a) deve repeti-los na mesma ordem.

*Interromper caso ocorra erro nas duas tentativas de um mesmo item. Prosseguir com a Ordem Inversa.*

Dígitos Ordem Direta		Pontos Tentativa (0 ou 1)	Pontos Itens (0, 1 ou 2)
1.	1	1 - 7	
	2	6 - 3	
2.	1	5 - 8 - 2	
	2	6 - 9 - 4	
3.	1	6 - 4 - 3 - 9	
	2	7 - 2 - 8 - 6	
4.	1	4 - 2 - 7 - 3 - 1	
	2	7 - 5 - 8 - 3 - 6	
5.	1	6 - 1 - 9 - 4 - 7 - 3	
	2	3 - 9 - 2 - 4 - 8 - 7	
6.	1	5 - 9 - 1 - 7 - 4 - 2 - 8	
	2	4 - 1 - 7 - 9 - 3 - 8 - 6	
7.	1	3 - 8 - 2 - 9 - 5 - 1 - 7 - 4	
	2	5 - 8 - 1 - 9 - 2 - 6 - 4 - 7	
8.	1	2 - 7 - 5 - 8 - 6 - 2 - 5 - 8 - 4	
	2	7 - 1 - 3 - 9 - 4 - 2 - 5 - 6 - 8	
<b>Total de Pontos Ordem Direta (Máximo = 16)</b>			

Agora eu vou dizer mais alguns números, mas desta vez, quando eu parar, quero que você os repita na ordem inversa. Por exemplo, se eu dizer 7 – 1 – 9, o que você/Sr/Sra deverá dizer?

Se o examinando responder corretamente (9 – 1 – 7), dizer: **Muito bem.**

Prosseguir com a tentativa 1 do item 1.

Entretanto, se o examinando responder incorretamente, dar a resposta correta e dizer: **Não. Você/Sr/Sra deveria dizer 9 – 1 – 7. Eu disse 7 – 1 – 9, então para falar de trás para frente, você/sr/sra deveria dizer 9 – 1 – 7. Agora tente estes números. Lembre que você falar os números na ordem inversa: 3 – 4 – 8.**

Não oferecer nenhuma ajuda neste exemplo ou em qualquer outro item do teste. Independentemente do examinando acertar (ou seja, responder 8 – 4 – 3), passar para a tentativa 1 do item 1.

*Interromper caso ocorra erro nas duas tentativas do mesmo item.*

Dígitos Ordem Inversa		Pontos Tentativa (0 ou 1)	Pontos Itens (0, 1 ou 2)
1.	1	2 – 4	
	2	5 – 7	
2.	1	4 – 1 – 5	
	2	6 – 2 – 9	
3.	1	3 – 2 – 7 – 9	
	2	4 – 9 – 6 – 8	
4.	1	1 – 5 – 2 – 8 – 6	
	2	6 – 1 – 8 – 4 – 3	
5.	1	5 – 3 – 9 – 4 – 1 – 8	
	2	7 – 2 – 4 – 8 – 5 – 6	
6.	1	8 – 1 – 2 – 9 – 3 – 6 – 5	
	2	4 – 7 – 3 – 9 – 1 – 2 – 8	
7.	1	7 – 2 – 8 – 1 – 9 – 6 – 5 – 3	
	2	9 – 4 – 3 – 7 – 6 – 2 – 5 – 8	
<b>Total de Pontos Ordem Inversa (Máximo = 14)</b>			

Ordem Direta	+	Ordem Inversa	=	Máximo = 30

## Anexo 8 – FLUÊNCIA VERBAL

Diga-me quantas palavras você puder pensar que comecem com uma certa letra do alfabeto que eu lhe direi em um minuto. Você pode dizer qualquer tipo de palavra que quiser, exceto nomes próprios (como Beto ou Brasil), números ou palavras que sejam derivadas uma da outra, por exemplo, cadeira, cadeirinha, cadeirante. Eu direi para você parar após 1 minuto. Mas, não se preocupe com tempo. Tente falar o máximo de palavras que conseguir. Agora, me diga quantas palavras você pode pensar que começam com a letra F.

[tempo de 60 segundos]. (Anotar as respostas). Pare.

1. _____	11. _____	21. _____
2. _____	12. _____	22. _____
3. _____	13. _____	23. _____
4. _____	14. _____	24. _____
5. _____	15. _____	25. _____
6. _____	16. _____	26. _____
7. _____	17. _____	27. _____
8. _____	18. _____	28. _____
9. _____	19. _____	29. _____
10. _____	20. _____	30. _____

Acertos: \_\_\_\_\_ Erros por repetição: \_\_\_\_\_ Erros por regra: \_\_\_\_\_

Agora, me diga quantas palavras você pode pensar que começam com a letra A. Lembre-se das palavras que não são permitidas. (Se necessário repetir as instruções) [tempo de 60

1. _____	11. _____	21. _____
2. _____	12. _____	22. _____
3. _____	13. _____	23. _____
4. _____	14. _____	24. _____
5. _____	15. _____	25. _____
6. _____	16. _____	26. _____
7. _____	17. _____	27. _____
8. _____	18. _____	28. _____
9. _____	19. _____	29. _____
10. _____	20. _____	30. _____

Acertos: \_\_\_\_\_ Erros por repetição: \_\_\_\_\_ Erros por regra: \_\_\_\_\_

E, por último, gostaria que me dissesse todas as palavras que puder pensar que começam com a letra S [tempo de 60 segundos] (Anotar as respostas).

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. _____  | 11. _____ | 21. _____ |
| 2. _____  | 12. _____ | 22. _____ |
| 3. _____  | 13. _____ | 23. _____ |
| 4. _____  | 14. _____ | 24. _____ |
| 5. _____  | 15. _____ | 25. _____ |
| 6. _____  | 16. _____ | 26. _____ |
| 7. _____  | 17. _____ | 27. _____ |
| 8. _____  | 18. _____ | 28. _____ |
| 9. _____  | 19. _____ | 29. _____ |
| 10. _____ | 20. _____ | 30. _____ |

Acertos: \_\_\_\_\_ Erros por repetição: \_\_\_\_\_ Erros por regra: \_\_\_\_\_

**Para essa próxima atividade, gostaria que dissesse todos os nomes de animais que conseguir lembrar, qualquer tipo de animal, com qualquer letra. Pode começar.** [tempo de 60 segundos]. (Anotar as respostas).

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. _____  | 11. _____ | 21. _____ |
| 2. _____  | 12. _____ | 22. _____ |
| 3. _____  | 13. _____ | 23. _____ |
| 4. _____  | 14. _____ | 24. _____ |
| 5. _____  | 15. _____ | 25. _____ |
| 6. _____  | 16. _____ | 26. _____ |
| 7. _____  | 17. _____ | 27. _____ |
| 8. _____  | 18. _____ | 28. _____ |
| 9. _____  | 19. _____ | 29. _____ |
| 10. _____ | 20. _____ | 30. _____ |

Acertos: \_\_\_\_\_ Erros por repetição: \_\_\_\_\_ Erros por regra: \_\_\_\_\_