***Serious games* como apoio para avaliação e treinamento
cognitivo na senescência**

Leandro D'Agostino Amaral

Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências de
Computação e Matemática Computacional (PPG-CCMC)

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Leandro D'Agostino Amaral

Serious games como apoio para avaliação e treinamento
cognitivo na senescência

Tese apresentada ao Instituto de Ciências
Matemáticas e de Computação – ICMC-USP,
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Doutor em Ciências – Ciências de Computação e
Matemática Computacional. *VERSÃO REVISADA*

Área de Concentração: Ciências de Computação e
Matemática Computacional

Orientadora: Profa. Dra. Renata Pontin de
Mattos Fortes

USP – São Carlos
Março de 2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi
e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP,
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)

A485s Amaral, Leandro D'Agostino
 Serious games como apoio para avaliação e
 treinamento cognitivo na senescência / Leandro
 D'Agostino Amaral; orientadora Renata Pontin de
 Mattos Fortes. -- São Carlos, 2020.
 179 p.

 Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
 Ciências de Computação e Matemática Computacional) --
 Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação,
 Universidade de São Paulo, 2020.

 1. Interação Homem-Máquina. 2. Usabilidade de
 Software. 3. Idosos. 4. Jogos. I. Fortes, Renata
 Pontin de Mattos, orient. II. Título.

Leandro D'Agostino Amaral

**Serious games as support for assessment and cognitive
training in senescence**

Thesis submitted to the Institute of Mathematics
and Computer Sciences – ICMC-USP – in
accordance with the requirements of the Computer
and Mathematical Sciences Graduate Program, for
the degree of Doctor in Science. *FINAL VERSION*

Concentration Area: Computer Science and
Computational Mathematics

Advisor: Profa. Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes

USP – São Carlos
March 2020

Dedico esta monografia aos meus pais, que sempre confiaram em meu potencial de chegar até aqui, e de ir muito além. São meu combustível de perseverança e fé.

AGRADECIMENTOS

Em virtude de muitos afazeres, deixei de compartilhar meu tempo com meus familiares e amigos, o que por vezes se tornou bastante difícil. Agradeço a compreensão de todos, que permanecem em meu coração, nas horas mais complicadas e com quem posso contar a qualquer momento.

Agradeço aos meus pais, Wilson e Marlene, que sempre se doaram para o bem de nossa família e que sempre sonharam, e foram bastante ativos nesta empreitada, em ver a mim e ao meu irmão realizados e felizes.

Não posso deixar de lembrar do meu irmão Fabio, que é um ícone para mim, no qual me baseio, por sempre estar engajado em realizar seus sonhos, um obstinado por sua vocação de médico.

Agradeço também à minha noiva Naira, que compreendeu meu tempo de reclusão, para concentrar-me unicamente no estudo e escrita desta tese.

À minha orientadora, Renata, palavras são poucas para agradecer sua parceria, desde a graduação. Aprendi muito com você e por muitos anos quero assim continuar, aprendendo cada vez mais, com pesquisa, com aconselhamentos pessoais. Enfim, com o grupo de pesquisa, tornamo-nos uma família.

Adicionalmente, agradeço a todos meus amigos, que por muitas vezes escutaram meu assunto preponderante dos últimos meses, referente à tese e ao meu projeto de pesquisa.

Agradeço também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por ter financiado parte do projeto, pelos processos nº 2016/01009-0 e 2017/14952-4.

Todos vocês estão presentes em meus pensamentos e em meu coração.

*“Able does not mean enabled.
Disabled does not mean less able”
(Khang Kijaro Nguyen)*

RESUMO

AMARAL, L. D. *Serious games como apoio para avaliação e treinamento cognitivo na senescência*. 2020. 179 p. Tese (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2020.

Serious Games são uma ferramenta promissora em diferentes cenários, como educação e saúde; no entanto, existem poucas pesquisas sobre seu uso com adultos mais velhos. Com o intuito de reproduzir resultados semelhantes às baterias de rastreio cognitivo, comumente utilizadas por profissionais de saúde no Brasil para avaliação de idosos, com declínios provenientes do natural processo de envelhecimento (senescência), foi investigado o potencial de *Serious Games*. Para tanto, na pesquisa foram considerados pontos focais inerentes ao contexto e fundamentais para superar os desafios que competem à inclusão do idoso no âmbito digital, visando reduzir vieses de pesquisa, resultantes da dificuldade que este público apresenta, diante de inúmeros fatores, no uso de aplicações digitais. Inicialmente, foi dado foco ao papel do desenvolvedor, a partir de revisão bibliográfica sobre os tópicos relacionando *Serious Game*, acessibilidade, usabilidade e usuários idosos. Com foco no público senescente, foi adotada metodologia quali-quantitativa para aquisição de informações e requisitos, por meio de entrevistas semiestruturadas com o público idoso, visando prototipação do teste cognitivo digital. O protótipo, desenvolvido com base no processo de *Design Unificado*, foi submetido a dois experimentos de validação, direcionados ao público mais velho ($n = 40$), com pouca experiência em lidar com *tablets* ou *smartphones*. Como resultado, pôde-se observar que, utilizando o teste de correlação de *Spearman*, com o nível de significância $p < 0,05$, o primeiro experimento não mostrou correlação significativa, o que motivou a implantação de iniciativas para simplificar os testes, conduzindo a um resultado positivo, em relação à análise de convergência, num segundo experimento. Finalmente, concluiu-se que é possível usar jogos digitais, como testes cognitivos, adaptados às necessidades dos idosos, para obter resultados semelhantes aos dos testes cognitivos em papel. Foi ainda proposto um processo de *design* de jogos para treino e testes cognitivos, envolvendo o público idoso, por meio da especialização do *Design Unificado*.

Palavras-chave: Teste cognitivo digital, *Serious Games*, Acessibilidade em jogos digitais.

ABSTRACT

AMARAL, L. D. **Serious games as support for assessment and cognitive training in senescence**. 2020. 179 p. Tese (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2020.

Serious Games are a promising tool in different scenarios such as education and health; However, there is little research on its use with older adults. In order to reproduce results similar to cognitive screening batteries, commonly used by health professionals in Brazil to evaluate the elderly, with declines from the natural aging process (senescence), the potential of *Serious Games* was investigated. Therefore, the research covered focal points inherent to the context and fundamental to overcome the challenges that compete to the inclusion of the elderly in the digital scope, aiming to reduce research biases, resulting from the difficulty that this public presents, due to numerous factors, in the use of digital applications. Initially, focusing on the role of the developer, a literature review on the topics relating *Serious Game*, accessibility, usability and elderly users presented the state-of-the-art.

Focusing on the senescent public, a qualitative and quantitative methodology was adopted to acquire information and requirements, through semi-structured interviews with the elderly public, aiming at the prototyping of the digital cognitive test. The prototype was developed based on the Unified Design process and underwent two validation experiments targeting the older audience ($n = 40$) with little experience dealing with tablets or *smartphones*. As a result, it could be observed that using the *Spearman* correlation test, with the significance level $p < 0.05$, the first experiment showed no significant correlation, which led to the implantation of initiatives to simplify the tests, leading to a positive result, in relation to the convergence analysis, in a second experiment. Finally, it is concluded that it is possible to use digital games, such as cognitive tests, adapted to the needs of the elderly, to obtain similar results to those of paper cognitive tests. It was also proposed a design process of training games and cognitive tests, involving the elderly public, through the specialization of the Unified Design.

Keywords: Digital cognitive test, Serious Games, Game accessibility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma resumido da metodologia.	32
Figura 2 – Modelo de aceitação de tecnologia (TAM)	49
Figura 3 – Modelo estendido do TAM, considerando o público idoso	49
Figura 4 – Resumo das diretrizes de acessibilidade das WCAG 2.0 dispostas nos 3 níveis de conformidade A, AA e AAA	58
Figura 5 – Remover pichação de pintura e fazer contorno do rosto	67
Figura 6 – Selecionar personagem semelhante ao contorno	68
Figura 7 – Etapas do <i>Design Unificado</i>	77
Figura 8 – Gráfico relativo à população entrevistada, considerando gênero e faixa etária	86
Figura 9 – Gráfico relativo à proporção de indivíduos incluídos digitalmente, por gênero e faixa etária	87
Figura 10 – Gráfico relativo às demais características coletadas, porém considerando apenas o público inserido digitalmente	88
Figura 11 – Tela para obter instruções sobre como identificar a diferença na matriz.	98
Figura 12 – Tela para <i>feedback</i> de sucesso na identificação da diferença na matriz.	99
Figura 13 – Tela para comentários de falhas ao lembrar uma sequência de números.	99
Figura 14 – Fluxograma: Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata	101
Figura 15 – Fluxograma: Praxia.	102
Figura 16 – Fluxograma: Abstração.	103
Figura 17 – Fluxograma: Memória Tardia.	104
Figura 18 – Fluxograma: Teste de Extensão de Dígitos (Direto).	105
Figura 19 – Fluxograma: Teste de Extensão de Dígitos (Inverso).	106
Figura 20 – Fluxograma: Teste de Atenção.	107
Figura 21 – Fluxograma: Teste de Fluência Verbal.	108
Figura 22 – Fluxograma: Reconhecimento Facial.	109
Figura 23 – Tela da ferramenta de apresentação dos resultados, para Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata	111
Figura 24 – Jogo responsável pela praxia	112
Figura 25 – Tela da ferramenta de apresentação dos resultados, para Praxia	113
Figura 26 – Tela da ferramenta de apresentação dos resultados, para Atenção	114
Figura 27 – Resultados por escalas UEQ	117
Figura 28 – Resultados por agrupamento UEQ	118
Figura 29 – Teste baseado no Beta III	120

Figura 30 – Teste baseado no <i>Trail Making Test</i>	121
Figura 31 – Destaque das etapas atingidas com as modificações no <i>Design Unificado</i> . .	127
Figura 32 – DJ-T2C - Representação do processo de <i>design</i> de jogos para treino e testes cognitivos envolvendo o público idoso	129
Figura 33 – Seleção de suspeitos para o Jogo 1.	132
Figura 34 – Seleção de suspeitos para o Jogo 1.	133
Figura 35 – Árvore de decisão.	134
Figura 36 – Caminho percorrido.	135
Figura 37 – Árvore sem a conexão com a folha.	135
Figura 38 – Picagem de alimentos inteiros - Jogo 2.	137
Figura 39 – Memorizar a ordem de chegada dos clientes - Jogo 2.	137
Figura 40 – Cardápio com os pratos recomendados para os diferentes humores - Jogo 2.	138
Figura 41 – Tela de recomendação do prato para o cliente - Jogo 2.	138
Figura 42 – Instruções para o Jogo 3.	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Instrumentos neuropsicológicos separados por domínio neurocognitivo . . .	81
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Os novos critérios da WCAG 2.1	59
Tabela 2 – Diretrizes de Acessibilidade para Jogos (GAG)	72
Tabela 3 – Diretrizes de Acessibilidade para Jogos (GAG) utilizadas	96
Tabela 4 – Análise de convergência estatística a partir dos resultados do primeiro experi- mento	118
Tabela 5 – Análise de convergência estatística a partir dos resultados do segundo experi- mento	122

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A4U	Ambiente de Análise de Avaliações de Acessibilidade e Usabilidade
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CHI	<i>ACM Conference on Human Factors in Computing Systems</i>
DDA	<i>Dynamic Difficulty Adjustment</i>
DU	<i>Design Unificado</i>
e-MAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
FACS	<i>Facial Action Coding System</i>
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GAG	<i>Game Accessibility Guidelines</i>
HHS	<i>U.S. Department of Health and Human Service</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICIDH	<i>International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IGDA	<i>Independent Game Developers Association</i>
IHC	Interação Humano-Computador
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
PIPE	Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas
SIG	<i>Special Interest Group</i>
SISP	Sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática
SNC	Sistema Nervoso Central
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDR	<i>Teste do Desenho do Relógio</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UEQ	<i>User Experience Questionnaire</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WAI	<i>Web Accessibility Initiative</i>
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
WebGL	<i>Web Graphics Library</i>
WHO	<i>World Health Organization's</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	Motivação para a pesquisa	28
1.2	Objetivos da pesquisa	30
1.3	Metodologia	31
1.4	Organização do trabalho	35
2	ACESSIBILIDADE E JOGOS DIGITAIS	37
2.1	Acessibilidade e Usabilidade	37
2.1.1	<i>Definição de Acessibilidade</i>	37
2.1.2	<i>Importância do usuário final</i>	38
2.1.3	<i>Acessibilidade versus usabilidade</i>	39
2.2	Jogos digitais na perspectiva de acessibilidade	41
2.3	O idoso como usuário final	46
2.3.1	<i>O envelhecimento populacional no Brasil e no mundo</i>	47
2.3.2	<i>O aprendizado e o engajamento digital para idosos</i>	48
2.3.3	<i>A tecnologia aliada à saúde dos idosos</i>	50
2.4	Considerações finais	50
3	CONCEITOS E LEGISLAÇÃO	53
3.1	Legislação brasileira	53
3.2	Acessibilidade	56
3.2.1	<i>Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)</i>	57
3.2.2	<i>e-MAG - Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico</i>	60
3.2.3	<i>Avaliação</i>	61
3.3	Usabilidade	61
3.3.1	<i>Heurísticas de Nielsen</i>	63
3.3.2	<i>Avaliação</i>	64
3.4	Acessibilidade em jogos digitais	65
3.4.1	<i>Métodos de avaliação de acessibilidade</i>	69
3.4.2	<i>Diretrizes de acessibilidade para jogos</i>	71
3.5	<i>Design Unificado</i>	75
3.6	<i>Serious Games</i>	78
3.7	<i>Avaliação cognitiva e as baterias de teste cognitivo</i>	80

3.8	Considerações finais	82
4	O PÚBLICO IDOSO E O AMBIENTE DIGITAL	83
4.1	Entrevistas	83
4.1.1	<i>Preparação dos resultados das entrevistas</i>	85
4.1.2	<i>Resultados quantitativos das entrevistas</i>	86
4.1.3	<i>Resultados qualitativos das entrevistas</i>	87
4.1.4	<i>Entrevistas com profissionais</i>	90
4.2	Considerações finais	91
5	TESTE COGNITIVO DIGITAL	93
5.1	Trabalhos relacionados	93
5.2	Planejamento	95
5.2.1	<i>Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata</i>	100
5.2.2	<i>Praxia</i>	101
5.2.3	<i>Abstração</i>	102
5.2.4	<i>Memória Tardia</i>	103
5.2.5	<i>Teste de Extensão de Dígitos (Direto)</i>	104
5.2.6	<i>Teste de Extensão de Dígitos (Inverso)</i>	104
5.2.7	<i>Teste de Atenção</i>	105
5.2.8	<i>Teste de Fluência Verbal</i>	106
5.2.9	<i>Reconhecimento Facial</i>	107
5.3	Dados resultantes da interação	109
5.3.1	<i>Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata</i>	109
5.3.2	<i>Praxia</i>	110
5.3.3	<i>Teste de Atenção</i>	111
5.4	Considerações finais	113
6	EXPERIMENTOS EMPÍRICOS	115
6.1	Método	115
6.2	Primeiro experimento	117
6.2.1	<i>Resultados do primeiro experimento</i>	117
6.3	Segundo experimento	119
6.3.1	<i>Mudanças realizadas</i>	119
6.3.2	<i>Resultados do segundo experimento</i>	121
6.4	Considerações finais	123
7	PROCESSO DE <i>DESIGN</i> DE JOGOS PARA TREINO E TESTES COGNITIVOS ENVOLVENDO O PÚBLICO IDOSO (DJ-T2C)	125
7.1	O processo DJ-T2C	126
7.1.1	<i>Alterações realizadas</i>	128

7.1.2	<i>Etapas do processo DJ-T2C</i>	128
7.2	Prova de conceito	131
7.2.1	<i>Jogo 1 – Investigação</i>	131
7.2.1.1	<i>Descrição das tarefas</i>	131
7.2.1.2	<i>Diferentes níveis de dificuldade</i>	131
7.2.1.3	<i>Domínios cognitivos</i>	132
7.2.1.4	<i>Protótipo</i>	132
7.2.1.5	<i>Avaliação de acessibilidade e usabilidade</i>	136
7.2.2	<i>Jogo 2 – Cozinha</i>	136
7.2.2.1	<i>Descrição das tarefas</i>	136
7.2.2.2	<i>Diferentes níveis de dificuldade</i>	138
7.2.2.3	<i>Domínios cognitivos</i>	139
7.2.2.4	<i>Protótipo</i>	139
7.2.2.5	<i>Avaliação de acessibilidade e usabilidade</i>	139
7.2.3	<i>Jogo 3 – Mudança</i>	139
7.2.3.1	<i>Descrição das tarefas</i>	140
7.2.3.2	<i>Diferentes níveis de dificuldade</i>	140
7.2.3.3	<i>Domínios cognitivos</i>	141
7.2.3.4	<i>Avaliação de acessibilidade e usabilidade</i>	141
7.3	Considerações finais	141
8	CONCLUSÕES	143
8.1	Principais Contribuições	143
8.2	Limitações	146
8.3	Trabalhos futuros	146
	REFERÊNCIAS	149
	GLOSSÁRIO	167
APÊNDICE A	ROTEIROS DE ENTREVISTAS	169
APÊNDICE B	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLA- RECIDO (TCLE)	175
APÊNDICE C	MÉTRICAS DOS TESTES COGNITIVOS	177

INTRODUÇÃO

Há mais de um bilhão de pessoas com deficiências, no mundo, que têm seu acesso limitado às aplicações¹ (WHO, 2016). De acordo com Duarte *et al.* (2016), essa limitação é, em grande parte, devido à falta de experiência de muitos desenvolvedores em desenvolver aplicações voltadas às características específicas que esse público requer.

O desafio da acessibilidade é garantir que os projetos de aplicações permitam que qualquer usuário, com qualquer deficiência, possa perceber, entender e interagir com as aplicações, bem como criar e contribuir com conteúdo (BITTAR *et al.*, 2011). Sua importância é notória, pois visa proporcionar oportunidades iguais a todos, tendo em vista o crescente valor do conteúdo disponibilizado no ambiente online para educação, negócio, governo, comércio, saúde e lazer. É também importante destacar que o desafio de usabilidade consiste em garantir que o usuário realize, com facilidade, as funcionalidades disponibilizadas pela aplicação (ISO, 2018).

Nesta tese é apresentada uma pesquisa no contexto das áreas de conhecimento de Interação Humano-Computador, com focos em Gerontologia e Saúde do idoso. São consideradas as perspectivas de acessibilidade e usabilidade nas questões relacionadas à adoção de jogos digitais pelo usuário idoso e seus potenciais benefícios, de modo a apoiar um envelhecimento saudável e conduzindo a testes cognitivos mais eficazes e recreativos. Assim, do ponto de vista dos desenvolvedores e especialistas, são contempladas as diferentes necessidades dos usuários idosos ao interagirem com as interfaces de aplicações de jogos (software), incluindo-se suas dificuldades visuais, auditivas, físicas, de fala, cognitivas e neurológicas, observadas de forma integrada.

Para condução desta pesquisa, foram realizadas atividades e estudos de fundamentação teórica para apoio ao processo de *design* de jogos digitais, visando a promoção de acessibilidade.

¹ Nesta tese, o termo “aplicação” é adotado para denominar todo tipo de sistema, software, programa ou conjunto deles, que compõem um artefato que seja processado computacionalmente, para uma determinada finalidade.

A partir dos resultados da investigação no mestrado do autor desta pesquisa, financiado pela FAPESP (2011/16871-5), cujo objetivo era verificar a correlação entre usabilidade e acessibilidade, por meio do desenvolvimento do Ambiente de Análise de Avaliações de Acessibilidade e Usabilidade (A4U), nesta tese o escopo do A4U se amplia, na busca por tornar a tarefa de avaliação menos custosa ao avaliador (AMARAL; FORTES; BITTAR, 2018a). Ademais, novos contextos de avaliação foram priorizados, para agregar aplicações mais dinâmicas, como jogos digitais, focando principalmente sua utilização para apoio ao processo de envelhecimento saudável.

Mesmo o enfoque se voltando aos jogos digitais, não se pode desvinculá-lo do contexto web, pois, com o elemento Canvas do HTML5 e a *Web Graphics Library* (WebGL), a criação gráfica no navegador conduziu a inúmeras possibilidades, inclusive o desenvolvimento de jogos totalmente baseados em web. Assim, acessibilidade web também deve compreender requisitos específicos para aplicações interativas e dinâmicas, como os jogos digitais. Em particular, nesta tese, os *Serious Games* (Seção 3.6) foram foco da pesquisa.

A presente pesquisa novamente obteve fomento da FAPESP, pois foi parte de um Projeto PIPE (2016/01009-0). Tal envolvimento contribuiu para expandir o contexto de pesquisa, quanto às questões de acessibilidade e usabilidade, devido à necessidade da proposta de um processo adequado de desenvolvimento de jogos voltados ao treinamento e testes cognitivos para o público senescente.

De acordo com Lahr (2015), o termo senescência vem sendo utilizado na literatura abrangendo dois diferentes significados, seja para representar o processo de envelhecimento natural, ou mesmo para representar as pessoas idosas, que são aquelas com idade igual ou superior a 60 anos, de acordo com o Art. 1º do Estatuto do Idoso no Brasil (BRASIL, 2003). Neste trabalho, o termo é utilizado de maneira a incluir o público idoso, com suas características provenientes do processo natural de envelhecimento saudável.

1.1 Motivação para a pesquisa

Tendo como motivação o atual papel do ambiente digital, o qual se tornou um dos mais importantes meios de comunicação, informação e lazer, torná-lo acessível a todas as realidades e dificuldades é um desafio que precisa ser confrontado, para possibilitar que qualquer indivíduo seja capaz de usufruir das facilidades e oportunidades que ele oferece.

A preocupação com o processo de envelhecimento é justificada, pois a transição demográfica, caracterizada pelo envelhecimento da população, vem evoluindo no mundo e no Brasil (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015). Segundo projeção realizada pelo sistema do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)², em novembro de 2017, a população de 50 anos, ou mais, integrava 23,34% da população brasi-

² Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>

leira, o que representa aproximadamente 48,5 milhões de habitantes. Esse percentual tende a aumentar, com previsões de que em 2030, alcance 31,2%, apresentando aumento progressivo, conforme continue aumentando a expectativa de vida.

Devido a melhores condições sanitárias, avanços tecnológicos e assistência à saúde, as causas de morte migraram principalmente de causas agudas e transmissíveis, para uma maior prevalência de causas crônicas e não transmissíveis, em todo o mundo (COLE, 2019). No Brasil, ainda se enfrentam as duas condições, mas a transição epidemiológica também está presente, com uma alta prevalência dessas doenças crônicas, como as síndromes geriátricas (NETO, 2019).

Nesse contexto, um grande desafio enfrentado pelos serviços públicos de saúde é a maior prevalência de distúrbios neurocognitivos/demência. Segundo o Observatório Global de Demência, cerca de 50 milhões de pessoas sofrem de demência e há quase 10 milhões de novos casos por ano, seis milhões deles em países de baixa e média renda (DUA *et al.*, 2017). De fato, o Brasil tem a segunda maior estimativa de demência, na prevalência padronizada por idade (NICHOLS *et al.*, 2019); estudos encontraram taxas variando entre 5,1% (SCAZUFCA *et al.*, 2008) e 17,5 % (BOFF; SEKYIA; BOTTINO, 2015), sendo a prevalência pontual de demência e dos distúrbios neurocognitivos graves em 2018, 6,2% e 8,1%, respectivamente (CHAGAS; PESSOA; ALMEIDA, 2018).

As demências constituem uma questão de saúde pública e trazem uma preocupação bioética com o envelhecimento: a perda da autonomia das pessoas afetadas e a responsabilidade do sistema de saúde para atendê-las (BURLÁ *et al.*, 2013).

O sistema biológico mais comprometido com o processo de envelhecimento é o Sistema Nervoso Central (SNC), responsável por gerar as sensações, os movimentos, funções psíquicas e funções biológicas internas (PY; FREITAS; GORZONI, 2011). A integridade da estrutura dos neurônios e das vias neuronais torna o SNC apto ao acúmulo de informações do presente, lembranças do passado e à formulação de novos conceitos. Assim como outros sistemas biológicos, o SNC também possui propriedades capazes de diminuir os impactos causados pelas alterações do envelhecimento, apesar de nem sempre conseguir suprir todos os eventos adversos desse processo (PY; FREITAS; GORZONI, 2011).

O declínio cognitivo, cujas alterações mais comuns ocorrem na função executiva, atenção, memória episódica, memória de trabalho e percepção (FERREIRA *et al.*, 2014; MISHRA; ROLLE; GAZZALEY, 2015), pode comprometer a saúde do idoso, com consequente perda da capacidade funcional e autonomia, resultando em diminuição da qualidade de vida (GRDEN *et al.*, 2015). Ademais, a cognição é cada vez mais reconhecida como um fator determinante para a resiliência e a homeostase corporal, uma vez que a deterioração da função cognitiva pode afetar também as intervenções preventivas e terapêuticas (CANEVELLI; CESARI; KAN, 2015).

Segundo Ferreira *et al.* (2014), os danos à função cognitiva são inerentes e naturalmente ocorrem, devido ao processo de envelhecimento. Como alternativa para retardar tais prejuízos,

pesquisas têm sido realizadas sobre os efeitos benéficos dos jogos digitais, os quais podem revolucionar a avaliação cognitiva dos idosos, em ambientes clínicos, permitindo que as avaliações sejam mais frequentes, mais acessíveis e mais agradáveis (TONG *et al.*, 2016).

Para Souza e Trevisan (2014) e Vasconcelos *et al.* (2012), os idosos representam potenciais usuários de jogos digitais, podendo se beneficiar destes recursos, porém é necessária a existência de motivação prévia desses usuários. Segundo os autores, os idosos têm maior interesse e sentem-se motivados a consumir jogos que não exijam muito esforço para serem completados, que tenham enfoque em relaxamento e diversão, e que sejam, preferencialmente, *singleplayer*.

A partir desse contexto, emerge a denominação de *Serious Games*³, que segundo Gonçalves (2012), têm se mostrado importantes para manter e desenvolver as competências cognitivas e sociais. A literatura aponta que podem ser uma opção para melhorar a deterioração das funções cognitivas (TOURINHO; BONFIM; ALVES, 2016), a manutenção da autoimagem, as funções motoras e o convívio social (afeto e solidão) (AMARAL; FORTES; BITTAR, 2018b).

Nesse cenário, observam-se lacunas no desenvolvimento de jogos para idosos:

- Carvalho e Ishitani (2013) destacam que os jogos não atendem as necessidades dos idosos, pois:
 - (i) a maioria dos jogos possui *design* voltado para crianças, jovens e jovens adultos;
 - (ii) jogos voltados para idosos nem sempre seguem diretrizes de acessibilidade (EYNG *et al.*, 2019).
- Estudos sugerem que o treino cognitivo proporciona melhoras significativas nos domínios cognitivos em idosos (EYNG *et al.*, 2019). Observa-se que países como Estados Unidos e Canadá utilizam-se de recursos digitais para realizar o treino cognitivo em idosos, o que tem se mostrado viável, enquanto que no Brasil essa prática não é disseminada.

Desta maneira, estratégias de enfrentamento para prevenção de transtornos neurocognitivos, promovendo jogos digitais acessíveis, diante das características do público em questão, e a promoção do envelhecimento saudável, se mostram fundamentais e justificam o estudo aqui realizado. A seguir, são apresentados os objetivos da pesquisa, diante dessa motivação.

1.2 Objetivos da pesquisa

Considerando o declínio natural inerente do processo de envelhecimento, nas diversas habilidades das pessoas, o crescente número de idosos dos últimos anos e a projeção de uma

³ *Serious Games* são jogos projetados com a intenção de melhorar algum aspecto específico de aprendizagem, e os jogadores já detêm essa expectativa ao jogá-los (WILKINSON, 2016)

elevação ainda maior, somados ao fato de que ainda existem muitas frentes de pesquisa para a inclusão da pessoa idosa diante dos avanços tecnológicos, o enfoque para que acessibilidade seja garantida para o público idoso e que, por meio de jogos digitais, haja inclusão dos idosos no processo de *design*, tem-se uma instigante questão a ser investigada.

Assim, a presente pesquisa visou, por meio do desenvolvimento de um teste cognitivo digital, um *Serious Game* voltado às pessoas com declínios provenientes do envelhecimento e, a partir da condução de experimentos empíricos, responder à seguinte **questão de pesquisa (QP)**:

– É possível, por meio de jogos digitais (Serious Games), destinados ao público idoso, obter resultados similares aos de avaliação das baterias de teste cognitivo, comumente utilizadas por profissionais da saúde?

Essa pergunta conduziu, portanto, a um dos objetivos centrais desta tese, o de criação de uma aplicação digital (*Serious Game*) convergente às baterias de testes cognitivos⁴ baseadas e validadas em papel. Assim, nesta tese, foi delineado também o objetivo de definir um processo para desenvolvimento desse tipo de aplicação, com especial requisito de reproduzir níveis aceitáveis de qualidade de software, no âmbito de jogos digitais, para dispositivos móveis (em particular, *Serious Games*), compreendendo o uso eficiente por idosos com diferentes proporções de declínios cognitivos, naturalmente presentes no processo de envelhecimento.

1.3 Metodologia

A metodologia de pesquisa, adotada para o desenvolvimento desta tese, permite uma divisão do trabalho realizado, para responder à QP especificada ([Seção 1.2](#)), em cinco segmentos (**S.n**), ilustrados na [Figura 1](#), os quais são enumerados e detalhados na sequência.

S.1 - Foco nos desenvolvedores: na busca por reduzir (diminuir/resumir) a extensa lista de critérios para promoção e instrução dos desenvolvedores, diante de objetivos específicos de usabilidade e acessibilidade de aplicações;

S.2 - Foco no público senescente: procurando conhecer o contexto de diferentes realidades dos idosos, diante do ambiente digital, a partir da revisão bibliográfica e pesquisa exploratória, fazendo uso de entrevistas semiestruturadas;

S.3 - Teste cognitivo digital: visando propiciar que baterias de avaliação cognitiva, usualmente aplicadas em papel, possam ser utilizadas de modo similar, por meio de teste cognitivo no modelo digital, foram realizadas as seguintes atividades:

⁴ “Bateria de testes” é a expressão utilizada para designar um conjunto de testes ou de técnicas, que podem variar entre dois e cinco ou mais instrumentos, que são incluídos no processo psicodiagnóstico para fornecer subsídios que permitam confirmar ou informar as hipóteses iniciais, atendendo o objetivo da avaliação ([CUNHA, 2000](#)).

Figura 1 – Fluxograma resumido da metodologia.

Fonte: Elaborada pelo autor.

- (i) Levantamento das baterias de testes cognitivos comumente utilizadas por profissionais de saúde e os domínios cognitivos mapeados;
- (ii) Intensa interação com pesquisadores da Gerontologia e um médico, a fim de obter representações digitais para os testes cognitivos, com correspondências de domínios, quando em comparação com as baterias já validadas;
- (iii) Estudo de caso com grupos de idosos, com vistas a validar a convergência dos resultados obtidos pelo teste cognitivo digital;
- (iv) Análise dos resultados e adequações provenientes de observação;
- (v) Novo experimento, após intervenções no teste, resultantes da análise anterior e mediadas pelos pesquisadores do domínio e médico, produzindo uma análise com resultados mais coerentes com que era esperado (convergência).

S.4 - Processo de *design*: proposta de um processo, objetivando descrever e compreender o desenvolvimento de *Serious Games* similares ao construído;

S.5 - Jogos para treinamento cognitivo: utilização do processo de *design* aqui resultante, em propostas de desenvolvimento de jogos para treinamento cognitivo.

Na fase inicial desta tese (relacionada com **S.1 - Foco nos desenvolvedores**), foi realizada uma “pesquisa exploratória” sobre os tópicos da QP, envolvendo os conceitos relacionados,

a partir de uma revisão bibliográfica sobre acessibilidade, usabilidade, na web e especificamente em jogos digitais, com enfoque no usuário idoso e identificando as principais baterias de testes cognitivos já validadas em papel. O levantamento bibliográfico foi realizado na base digital do *Google Scholar*⁵, cruzando-se palavras-chave como: teste cognitivo, treino cognitivo digital, envelhecimento saudável e idosos.

Harzing e Alakangas (2016) compararam *Google Scholar* com outras duas grandes bases de dados, *Scopus* e *Web of Science*, concluindo que as três fornecem suficiente estabilidade de cobertura, mas o *Google Scholar* oferece a cobertura mais abrangente, o que justifica sua escolha.

No contexto específico do usuário idoso, frente a jogos digitais, ainda sob a perspectiva de “pesquisa exploratória”, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 138 indivíduos (relacionada com **S.2 - Foco no público senescente**). Essas entrevistas fundamentaram-se nas diretrizes de condução de entrevistas recomendadas por King e Horrocks (2010), e seus itens permeiam as questões relativas a esse público, envolvendo médicos, terapeutas, cuidadores e os próprios idosos. As entrevistas consideraram responder à QP, além de compreender melhor e contextualizar a visão do público idoso, no sentido de identificar suas necessidades, anseios e obstáculos inerentes ao uso de tecnologia, mais propriamente de jogos digitais, e a visão que têm sobre o envelhecimento saudável. Seus resultados foram submetidos a uma análise quali-quantitativa.

Ademais, fazendo uso do modelo de “pesquisa explicativa”, propôs-se a conversão, ao nível de semelhança nos resultados de avaliação e dos domínios de abrangência, das baterias de avaliação cognitiva ao teste cognitivo no modelo digital. A proposição do **teste cognitivo digital (S.3)** foi desenvolvida em três etapas, que consistiram em: (a) entendimento do usuário final, (b) a prototipação do teste cognitivo e (c) sua avaliação. Diante do desafio estar envolto na ambientação digital pelo público senescente, frente a testes consolidados em papel, a fase comumente preliminar na construção de software, que consiste na análise de prova de conceito, foi substituída já pela construção de protótipos digitais refinados, com interfaces bem definidas.

A etapa de construção de protótipos digitais (relacionada com **S.4 - Processo de design**) se deu com envolvimento direto e constante de especialistas do domínio, como pesquisadores da gerontologia e médico, a fim de dirimir ao máximo, na fase de planejamento dos protótipos, problemas que pudessem comprometer as funcionalidades e a qualidade do software. Tal envolvimento é previsto pelo processo estruturado de *design* de jogos, denominado “*Design Unificado*” proposto por Grammenos, Savidis e Stephanidis (2007), que foi embasamento para o desenvolvimento realizado, visando priorizar a usabilidade para o usuário final.

O protótipo foi submetido a “experimentos empíricos”, tendo como objetivo avaliar a possível convergência dos resultados com os testes validados em papel. Os experimentos estão

⁵ <<https://scholar.google.com.br/>>

também relacionados com **S.3 - Teste cognitivo digital**. Durante a prototipação, o *tablet* foi escolhido como dispositivo base para os jogos digitais, considerando a eficácia e assertividade de seu uso pela população idosa, que, com dificuldades psicomotoras e audiovisuais, encontra, nesse tipo de dispositivo, uma ferramenta mais acessível ao ambiente virtual, vencendo algumas barreiras relativas às dificuldades psicomotoras (ROCHA, 2013).

O teste cognitivo foi submetido a “testes de usabilidade” com o usuário final e avaliação das heurísticas propostas por Al-Razgan, Al-Khalifa e Al-Shahrani (2014). A partir das observações, o protótipo foi adaptado, com o objetivo de sanar os problemas identificados. Para compará-lo às baterias de testes cognitivos breves de rastreamento de declínio cognitivo, comumente utilizadas na prática, foram avaliados inicialmente **17 indivíduos** e, posteriormente a uma adaptação do teste, no intuito de promover tarefas mais simples e semelhantes às baterias de testes em papel, outros **23 indivíduos** participaram do estudo. Como critérios para seleção dos participantes nos experimentos, foram considerados: idosos de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 60 anos (BRASIL, 2003), que possuísem alguma experiência, mesmo básica, com dispositivos *tablet* ou *smartphone*, haja vista que o estudo realizado pretendia também diminuir as barreiras de acesso presentes no software (jogo digital) e, para tanto, a falta de experiência prévia em utilizar um desses dispositivos poderia enviesar os resultados obtidos. Ademais, os sujeitos em estudo não deveriam apresentar: *déficits* auditivos e visuais graves que impedissem a realização dos testes; diagnóstico de transtorno psiquiátrico atual relatado pelo participante e diagnóstico de demência.

Foi ainda realizado um “estudo transversal de levantamento de dados”, descritivo e analítico, a partir de uma investigação quantitativa. Para determinar a validação convergente entre os testes cognitivos de papel e os digitais, testes de correlação de *Spearman* foram aplicados, de acordo com a distribuição da amostra. As análises estatísticas foram obtidas a partir do pacote estatístico SPSS, versão 21.0, tendo como nível de significância: $p < 0,05$. Os experimentos foram realizados em consistência com o projeto proposto e aprovado pelo Comitê de Ética, Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 05299218.1.0000.5422, após o convite e a concordância dos participantes nos estudos, e consequente assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B). Todos os sujeitos eram participantes de um programa de inclusão digital e participam de aulas semanais de um curso de “Práticas com *smartphones* e *tablets*”, nas quais são abordados temas referentes ao uso de ferramentas básicas de dispositivos móveis, como configurações e também uso de aplicativos como Whatsapp, Facebook, Google Fotos, E-mail, dentre outros.

Foram planejados e desenvolvidos três jogos (*Serious Games*), como prova de conceito, utilizando o processo de *design* resultante do esforço para se obter a convergência do teste cognitivo digital, em conjunto com especialistas em saúde do idoso e gerontologia (relacionada com **S.5 - Jogos para treinamento cognitivo**). Definiram-se parâmetros, que, em cada jogo ou em grupos de jogos, poderiam ser ajustados de modo a incrementar ou reduzir a dificuldade do

jogo e de interação. Estes parâmetros podem ser utilizados no desenvolvimento de um ou mais sistemas de ajuste dinâmico de dificuldade - *Dynamic Difficulty Adjustment* - ou simplesmente DDA (HUNICKE; CHAPMAN, 2004). Com os parâmetros selecionados, buscou-se calibrar a dificuldade dos jogos à realidade de cada jogador, mantendo sempre um pequeno desafio a ser superado, sem torná-lo muito fácil a ponto de ser entediante.

1.4 Organização do trabalho

Esta tese está assim organizada: no [Capítulo 2](#), foi realizada uma síntese dos trabalhos que fundamentaram a pesquisa, envolvendo os conceitos de acessibilidade e usabilidade, seja no contexto web ou especificamente em jogos digitais. Já, no [Capítulo 3](#), são abordados os temas da legislação brasileira, quanto à acessibilidade e diretrizes presentes na literatura, para obtenção de níveis de conformidade desejáveis, tanto para acessibilidade, quanto para usabilidade. Também é trazido o conceito de *Serious Games*, que norteia toda a pesquisa, o *Design* Unificado e as principais baterias de rastreio cognitivo, utilizadas no Brasil.

Voltando a pesquisa ao público senescente, no [Capítulo 4](#) o autor da pesquisa se insere na atmosfera do idoso, por inúmeras entrevistas com pessoas envolvidas com a vivência do idoso, visando conhecer as necessidades e dificuldades por ele enfrentadas, no âmbito do meio digital, mais especificamente, com jogos.

Tendo percorrido a literatura e vivenciado o dia a dia do idoso, no [Capítulo 5](#), é delineado o planejamento do teste cognitivo digital, em conjunto com pesquisadores e um médico, especialistas do domínio, a fim de conduzir a um protótipo refinado, e de aplicá-lo com os idosos, para sua validação, quanto à convergência dos resultados, frente às baterias de testes cognitivos, comumente utilizadas por profissionais de saúde. Os experimentos de validação são vistos em seguida, no [Capítulo 6](#).

Com o estudo teórico, a prática de desenvolvimento e validação do teste cognitivo digital, propôs-se um processo de desenvolvimento, apresentado no [Capítulo 7](#). Utilizando esse processo, foram propostos três jogos para treinamento cognitivo, como prova de conceito.

Por fim, no [Capítulo 8](#), são feitas as conclusões do estudo aqui realizado, apresentando as principais contribuições, as limitações e o seu prosseguimento, a partir de trabalhos futuros.

ACESSIBILIDADE E JOGOS DIGITAIS

Neste capítulo é apresentada uma síntese dos trabalhos que fundamentaram a pesquisa realizada, envolvendo os conceitos de acessibilidade e usabilidade, seja no contexto web ou especificamente em jogos digitais.

Este capítulo discorre sobre como os dois conceitos (acessibilidade e usabilidade) são entendidos na comunidade, além da importância do usuário final para a obtenção de resultados mais significativos na experiência do usuário. Em especial, são apresentados os estudos a respeito do conceito de jogos digitais, e como têm sido examinados na perspectiva de acessibilidade.

2.1 Acessibilidade e Usabilidade

Nos artigos estudados da literatura, foram considerados os que discutiam assuntos relacionados ao tema desta pesquisa, priorizando os diferentes aspectos de acessibilidade e usabilidade, seja por meio da importância de inclusão do usuário final da aplicação no processo de desenvolvimento, seja no foco quanto ao contraste explícito entre os conceitos envolvidos, de acessibilidade e usabilidade. Ressaltam-se ainda as diferentes definições utilizadas no meio acadêmico para a acessibilidade ([ANDERSEN; HACKOS, 2018](#); [BERN, 2018](#)).

2.1.1 Definição de Acessibilidade

No sentido de buscar uma definição mais abrangente do que as utilizadas na comunidade científica internacional para acessibilidade web, [Petrie, Savva e Power \(2015\)](#) fizeram um estudo para identificar termos semelhantes e particulares das definições, dividindo-os em grupos, os quais conduziram a uma proposta de definição uniformizada.

Como justificativa a esse estudo, os autores expressam que tornar a web acessível e utilizável por pessoas com deficiência e pelos idosos tem sido um tema de grande importância desde o início de seu desenvolvimento. No entanto, como não existe uma definição amplamente

aceita de acessibilidade web, embora existam várias declarações bem conhecidas, é um dilema para os pesquisadores e profissionais compreenderem a qual devem referir-se. Adicionalmente, a relação entre a acessibilidade e usabilidade não é clara e é sujeita à discussão.

A partir de uma análise de 50 definições, advindas de estudos publicados em formato de livros, diretrizes, padrões e fontes na internet, desde 1996, em 21 países diferentes, foi considerada a divisão dos termos em 6 grupos de conceitos: grupos de usuários, características, usuários com necessidades; o que os usuários devem estar aptos a fazer; tecnologias utilizadas; características do site; *design* e desenvolvimento do site; e características das situações de uso. Diante das categorias dos conceitos e dos termos mais utilizados, além da identificação da pouca inclusão explícita do público senescente, o qual detém grande valor para as questões de acessibilidade, [Petrie, Savva e Power \(2015\)](#) apresentaram a seguinte definição:

*“Todas as pessoas, especialmente as pessoas com deficiência e **idosos**, podem usar sites em uma variedade de contextos de uso, incluindo os mais usuais, e os que contam com apoio de Tecnologia Assistiva. Para alcançar isso, os sites precisam ser concebidos e **desenvolvidos** para apoiar a **usabilidade** em todos esses contextos”.*

É importante observar que essa definição é abrangente, inclui explicitamente os idosos e relaciona acessibilidade com usabilidade. Portanto, foi adotada para as pesquisas desenvolvidas nesta tese, e doravante o termo acessibilidade será utilizado considerando-se que, conforme consta na definição, o alcance da acessibilidade requer a usabilidade em diferentes contextos.

Uma consideração também relevante é a premissa de que deve-se levar em conta o processo de desenvolvimento e concepção para que seja possível alcançar acessibilidade; no entanto, tais processos possuem particularidades, pois exigem algum envolvimento com usuários e, ao indicar usabilidade, devem projetar funcionalidades e interações dedicadas ao domínio almejado ([BØDKER; KYNG, 2018](#)).

2.1.2 Importância do usuário final

Diante dos inúmeros estudos que promovem acessibilidade e usabilidade, a importância da incorporação do usuário final se mostra, ainda, a maneira mais adequada para se adquirir bons níveis de adequação.

Conforme afirmam [Eraslan e Bailey \(2019\)](#), embora as diretrizes de acessibilidade possam orientar o processo de desenvolvimento e as ferramentas de avaliação automatizada possam auxiliar na medição da conformidade, elas não garantem que os produtos sejam acessíveis em um contexto real. A maneira mais confiável de avaliar a acessibilidade de um produto é realizar um estudo com usuários representativos, interagindo com o mesmo. Os autores citam os métodos mais comuns de inserção do usuário final na avaliação de acessibilidade da aplicação, descritos a seguir.

- **Registro de ações do usuário:** registra dados ao longo do tempo, sobre a interação de um usuário com a aplicação;
- **Questionários:** para coletar informações sobre os usuários e suas preferências;
- **Observação:** obter informação da interação em um contexto real;
- **Entrevistas:** analisar o conhecimento dos usuários, pensamentos, sentimentos e atitudes para um produto;
- **Think aloud:** obter pensamentos e opiniões sobre o produto, para identificar aspectos positivos e negativos durante a interação do usuário e;
- **Eye tracking:** mapear o direcionamento do olhar do usuário durante sua interação com a interface.

Defendendo a incorporação do usuário no processo de *design*, [Power e Petrie \(2019\)](#) afirmam que ao se trabalhar com usuários com alguma deficiência e idosos, buscar sua participação no processo de *design* é imprescindível, para a obtenção de uma aplicação verdadeiramente acessível. Afirmam ainda que é mais fácil considerá-los durante o processo de *design*, do que promover adequações apenas ao final do ciclo do processo. [Power e Petrie \(2019\)](#) também argumentam que atender diretrizes de acessibilidade não é suficiente, pois é necessário entender a experiência de vida dos usuários, assim como identificar se as escolhas planejadas no *design* atendem suas necessidades e preferências.

Neste sentido, nos estudos aprofundados nesta tese, tornou-se essencial buscar entender a vivência, necessidades e dificuldades do idoso, frente aos componentes digitais, bem como identificar um processo de *design* que inclua o usuário final, como papel fundamental para obtenção de uma aplicação planejada e direcionada aos idosos, na prática.

2.1.3 Acessibilidade versus usabilidade

[Petrie e Kheir \(2007\)](#) destacam sobre a relação, não clara e sujeita à discussão, entre acessibilidade e usabilidade. [Petrie, Savva e Power \(2015\)](#) apontam que usabilidade e acessibilidade compreendem conceitos que raramente são explicitamente analisados conjuntamente, quer no contexto web, ou em outros sistemas baseados em computadores.

Em um outro estudo, realizado por [Thatcher e Waddell \(2003\)](#), os pesquisadores afirmam que acessibilidade é um subconjunto de usabilidade e que, portanto, problemas relacionados à acessibilidade são problemas de usabilidade. Porém, afirmam também que problemas de usabilidade afetam a população em geral, enquanto os de acessibilidade colocam os usuários com deficiência em um patamar de grande dificuldade, em relação aos outros usuários, garantindo uma relação complexa entre esses dois conceitos. A relação entre usabilidade e acessibilidade, segundo [Thatcher e Waddell \(2003\)](#), pode ser vista sob três perspectivas distintas:

1. dos problemas que afetam apenas pessoas com deficiências, tem-se a relação denominada “acessibilidade pura”;
2. dos problemas que afetam apenas pessoas sem deficiências, tem-se a relação denominada “usabilidade pura” e
3. dos problemas que afetam ambas as populações, tem-se a relação denominada “usabilidade universal”.

No artigo de [Petrie e Kheir \(2007\)](#), os autores relataram um estudo empírico de dois *sites* de empresas de telefonia móvel, com uma população de doze indivíduos: um grupo de seis cegos e outro grupo de seis pessoas não cegas. Três questões foram analisadas: (i) a natureza dos problemas encontrados por ambos os grupos; (ii) a gravidade dos problemas encontrados pelos grupos e (iii) o relacionamento entre os diferentes níveis de importância e gravidade dos problemas. Finalmente, o estudo aponta que as recomendações WCAG foram construídas com uma base fraca de estudos empíricos, que consequentemente resulta em problemas de confiabilidade e eficácia das diretrizes para adequar o *design* da aplicação a todas as populações.

Contribuindo com a investigação entre os conceitos de acessibilidade e usabilidade, [Rocha e Lima \(2010\)](#) apresentaram um estudo com *websites* do governo brasileiro, para pessoas com deficiência visual e afirmaram que o número de *sites* com problemas de acessibilidade era ainda muito grande. Também destacaram que usabilidade está diretamente ligada à acessibilidade, de maneira que a primeira pode estar prejudicada pelo baixo grau de conformidade de *websites* com acessibilidade.

O acesso à web pelas pessoas com deficiência visual acontece por meio de recursos de Tecnologia Assistiva; os denominados *softwares* “leitores de tela”¹ (capazes de ler o conteúdo exibido e transformá-lo em saída de áudio). Para que esses leitores de tela produzam resultados coerentes, que colaborem para o entendimento do conteúdo disponibilizado, o *website* precisa estar de acordo com recomendações de acessibilidade, as quais podem ser avaliadas por validadores automáticos, porém, apenas eles, não identificam todos os problemas em uma interface ([ROCHA; LIMA, 2010; POWER; PETRIE, 2019](#)).

No estudo de [Rocha \(2013\)](#), a partir de entrevistas, identificou-se que a acessibilidade na web depende do relacionamento entre os diversos componentes apontados no referencial teórico, e os participantes, ainda que indiretamente, percebiam e mencionaram essa interdependência, sobretudo entre os navegadores e os leitores de tela. Outros resultados, que surpreenderam o autor, foram que usuários com deficiência visual apontaram problemas de usabilidade, como problemas de acessibilidade.

¹ Leitores de Tela (*Screen Readers*) são ferramentas que auxiliam usuários com deficiência visual a utilizarem as interfaces gráficas de um software. Um leitor de tela incorpora fundamentalmente um sistema de narração de texto, que emite esta narração de modo audível. No entanto, ele vai além deste sistema, sendo capaz de interpretar e interagir com a interface gráfica do programa, descrevendo-a para o usuário e ajudando-o na sua utilização.

Os relatos sobre a influência da experiência e das habilidades dos usuários já eram esperados na pesquisa, assim como os relatos de violações às diretrizes de acessibilidade, ainda que sem referências diretas a elas, posto que a maioria dos participantes as desconheciam, mas enfrentaram barreiras de acessibilidade quando as diretrizes não eram seguidas (ROCHA, 2013).

Diante dos estudos aqui descritos, acerca de usabilidade e acessibilidade, tem-se que, para se obter uma experiência de software mais amigável, é vital promover medidas que contemplem critérios de usabilidade, para usuários sem qualquer deficiência, como para aqueles que detenham inabilidades. As inabilidades contextualizadas para o usuário idoso, consideradas nesta tese, incluem o gradual e natural surgimento de declínios visuais, motores e cognitivos.

Assim, o processo de *design* preterido, para se obter aplicações para testes cognitivos, deve considerar, não apenas promoção de acessibilidade, mas também usabilidade, a partir da completude de *guidelines*, conforme visto na Subseção 2.1.2, mediante incorporação do usuário final na composição e avaliação do software.

2.2 Jogos digitais na perspectiva de acessibilidade

Não distante da realidade na web, os conceitos de acessibilidade, quando trazidos para o âmbito de jogos digitais, também apresentam particularidades específicas, seja no desenvolvimento das interfaces ou no motor que viabiliza a jogabilidade da aplicação. O direcionamento desta pesquisa para os jogos digitais, para idosos, possibilita contribuir com benefícios reais para um processo de envelhecimento, por usuários desses jogos digitais, pautado em atividades que viabilizem uma vida mais saudável, seja no contexto social, ou no campo neurocognitivo.

Nesta seção são apresentados estudos que revelam o benefício dos jogos digitais, para os usuários idosos e o distanciamento dos estudos de *design* de interação para esse público. Esse distanciamento tem propiciado a falta de previsão não só quanto às dificuldades de interação específicas do público idoso, como também quanto à questão motivacional para incentivá-los ao uso de novas tecnologias.

Design de interação para usuários idosos

Pesquisas na área de Interação Humano-Computador têm discutido sobre o *design*, o desenvolvimento e a avaliação de jogos para idosos. A comunidade tem explorado o potencial de jogos para conectar idosos entre eles e entre gerações mais jovens (LOOS *et al.*, 2019), para prover estimulação física e mental para idosos no cuidado a longo prazo (BLEAKLEY *et al.*, 2015), e para entregar terapia e reabilitação eficaz e envolvente (UZOR; BAILLIE, 2014). Jogos são frequentemente apresentados como um meio lúdico, abordando mudanças etárias relacionadas; também é enfatizado o potencial de jogos para fornecer valor, principalmente porque se estendem além do entretenimento (BROWN, 2014).

Quando se trata do uso de tecnologia, no entanto, os idosos têm sido negligenciados em comparação aos usuários mais jovens, apesar de serem um público que ainda tem muito a se beneficiar (BROWN; MARSTON, 2018). As gerações vindas após a Segunda Guerra Mundial, conhecidas como *Baby boomers*, estão bastante presentes, principalmente nos países desenvolvidos, contribuindo com o envelhecimento irrefutável da população (TYLER, 2018). Assim, a importância do grupo idoso, como parcela expressiva da população, e que pode se beneficiar muito de tecnologia, já não pode ser ignorada. Os idosos estão cada vez mais adotando computadores, a Internet e os novos dispositivos eletrônicos, como *smartphones* e *tablets* (HARGITAI; PIPER; MORRIS, 2018; KUOPPAMÄKI; TAIPALE; WILSKA, 2017).

Os idosos apresentam habilidades para se envolverem potencialmente em atividades lúdicas, com uma vasta gama de benefícios, incluindo entretenimento, socialização, alívio de isolamento social, exercício mental e elevação da autoestima (PEREGO; RAHMANI; TAHERI-NEJAD, 2018; LAPIERRE, 2019). Assim, um número de jogos digitais comerciais, sob medida, para jogadores adultos mais velhos, como o *Brain Age - Brain Training Dr. Kawashima*² e *Wii Fit* (MORRISON *et al.*, 2018), estão disponíveis no Nintendo DS Lite, no Wii e no computador, mas existem poucos resultados publicados, sobre *mobile games*, especificamente para idosos (SANTOS *et al.*, 2017).

Estudos, como de Mahmud *et al.* (2008) e de Kurniawan, Mahmud e Nugroho (2006), foram conduzidos para explorar o uso de telefones celulares por idosos e para provocar os problemas de usabilidade que geralmente encontram, bem como considerar as características do telefone mais adequado. Esforços de pesquisas anteriores (ABEELE; ROMPAEY, 2006; MAHMUD *et al.*, 2008; DRUIN, 1999; IJSSELSTEIJN *et al.*, 2007; MCYS, 2005) observaram a criação de jogos em vários formatos e usando diferentes abordagens para os usuários mais velhos. No entanto, pouco tem sido feito para explorar as necessidades das pessoas idosas, exclusivamente para jogos de celular (dispositivos móveis).

Por mais que os benefícios cognitivos e socio-emocionais dos idosos ao utilizarem jogos digitais sejam foco de um grande número de estudos, recentemente (ZHANG; KAUFMAN, 2016b; SCHELL *et al.*, 2016; ZHANG; KAUFMAN, 2016a; LOOS; KAUFMAN, 2018), tem-se que, como a maioria dos jogos digitais não foi projetada especificamente para idosos, sua auto-eficácia em jogá-los é frequentemente diminuída, o que, por sua vez, resultaria no desinteresse por esse meio (DOROUDIAN; HAUSKNECHT; KAUFMAN, 2018). Assim, afirmam ser imperativo que pesquisadores e *designers* de jogos desenvolvam jogos digitais alinhados com os interesses, capacidades e necessidades dos adultos mais velhos e que, aumentem a possibilidade de envolvimento cognitivo ativo, a interação intergeracional significativa e o uso eficaz da nova tecnologia.

Abeele e Rompaey (2006) e Mubin, Shahid e Mahmud (2008) descrevem metodologias com base em *design* participativo, para trazer os idosos junto ao processo de *design* de jogos,

² <<http://freebrainagegames.com/>>

como parceiros, mas ainda existe muito espaço em aberto para a inovação e uma investigação mais aprofundada. O *design* de jogos de dispositivos *mobile* para jogadores idosos oferece diversos *gaps* para pesquisa.

Além disso, a capacidade funcional, cada vez menor à medida que envelhecem, em termos de, por exemplo, cognição, visão e audição (SANTOS *et al.*, 2017), é um fator importante no impacto da maneira como a tecnologia e o software devem ser projetados. Em termos de jogos, mais do que para os jogadores jovens ou adolescentes, usabilidade e *design* são os principais obstáculos para os jogadores mais velhos (DUH *et al.*, 2010). No entanto, diretrizes de *design* sólidas e bem testadas ainda têm que ser propostas para auxiliar e orientar os desenvolvedores interessados em projetar jogos digitais para a população idosa (DUH *et al.*, 2010).

Com relação ao uso de diretrizes gerais para promoção de acessibilidade e usabilidade, Cairns *et al.* (2019) encontram grande dificuldade para utilizá-las em uma ampla variedade de jogos, mas ainda que sejam específicas, não são o suficiente para considerá-las em um jogo em particular. Segundo Cairns *et al.* (2019), os dois conjuntos de diretrizes mais abrangentes e, provavelmente, bem conhecidos, são o *Includification*, da AbleGamers Charity (BARLET; SPOHN, 2012) e o *Game Accessibility Guidelines* (GAG), descrito na Subseção 3.4.2. Ambos surgiram do conhecimento adquirido por muitas pessoas e organizações, diante de suas experiências em tornar os jogos acessíveis e advogar pela acessibilidade. Os pesquisadores afirmam que esses conjuntos têm características comuns, com recomendações semelhantes.

Como limitação, a natureza concisa e comunicável das diretrizes individuais é oprimida pelo tamanho do conjunto geral. Outra restrição é que, embora as diretrizes possam indicar se um recurso está presente ou não, elas não podem informar se a tecnologia será acessível a um indivíduo especificamente. E mesmo que acessíveis, as diretrizes não identificam qual pode ser o impacto na experiência do jogador (CAIRNS *et al.*, 2019). Beeston *et al.* (2018) descobriram que existem jogadores que usam leitores de tela, para interagirem com jogos digitais, algo que foi recentemente descartado por não ser suportado pela tecnologia atual (WESTIN *et al.*, 2018). Essa disjunção entre o que especialistas e jogadores estão dizendo enfatiza a importância de se trabalhar diretamente com os jogadores para melhorar a acessibilidade.

Sob outra perspectiva, *design* de interação de alto nível tem que suportar não só a discrepância nos modelos mentais das pessoas idosas, mas também as motivações dos idosos para usarem a tecnologia (GAMBERINI *et al.*, 2006). Como reforçado por Ijsselsteijn *et al.* (2007), por exemplo, deve-se olhar seriamente para as “necessidades dos idosos e porque eles iriam jogar jogos digitais, de modo a ser capaz de fornecê-los uma interação significativa” (ABEELE; ROMPAEY, 2006).

Diferentes expectativas e modos de vida influenciam se os idosos estão realmente dispostos a investir seu tempo em jogos *mobile* (DUH *et al.*, 2010). Assim, a pesquisa sobre características e contextos que ajudam a entender como incentivar os idosos a se envolverem com a tecnologia e gostar de jogos *mobile* é bastante justificável.

Jogos acessíveis para pessoas com deficiências físicas e cognitivas

É muito difícil encontrar um meio que permita e incentive desenvolvedores de jogos tradicionais a atenderem as necessidades dos usuários com diferentes tipos de deficiência. Uma razão para isso é que os níveis de capacidade, até dentro da mesma categoria nominal de deficiência, variam amplamente entre as pessoas. Os níveis de capacidade também podem variar no mesmo indivíduo, quer temporariamente, mudando como resultado da fadiga ou doença, ou mudando gradualmente, como resultado de uma doença degenerativa. Além disso, muitos jogos não têm recursos que ajudam na acessibilidade por não demonstrarem sua utilidade para as pessoas com diferentes necessidades (HERON, 2012).

Yuan, Folmer e Harris (2011) verificaram maneiras em que os jogos podem ser disponibilizados para utilização com um único controle de interação, restringindo o número de possibilidades de comandos como entrada do jogo e, por sua vez, contribuindo com aqueles jogadores que apresentam dificuldades motoras. As estratégias consideradas incluem a redução e automação. *Redução* refere-se à remoção de algumas das opções de controle, que estão disponíveis, a qualquer momento, para o jogador, enquanto *automação* refere-se a delegar determinadas tarefas do jogo para o computador completar.

Uma possibilidade para atender essa demanda é saber como modificar os meios de interagir com o jogo, de acordo com cada indivíduo. Segundo Vickers, Istance e Heron (2013), três abordagens podem ser identificadas:

- Preferências de usuário;
- Desempenho em tarefas de diagnóstico;
- Jogo anterior.

Na primeira abordagem, uma pessoa pode ser interrogada sobre as suas preferências de estilos de interface ou configuração técnica de interação. No entanto, indagar pessoas com a comunicação verbal limitada, pode ser um desafio. Na segunda abordagem, uma pessoa é solicitada a realizar um teste curto, para o diagnóstico de desempenho, e a configuração da interação baseia-se nos resultados obtidos. A terceira abordagem é mais automatizada, pois considera sessões de jogos anteriores e extrai dados que ajudem a identificar os pontos fortes de cada indivíduo.

Trewin *et al.* (2008) demonstraram a eficácia de incorporar as preferências do usuário em jogos de computador inacessíveis e fornecer soluções, sob medida, para as questões específicas de acessibilidade. Em um trabalho centrado na interação com uma aplicação com interface GUI³ padrão, Heron (2011) demonstrou que a análise, em tempo real, da interação de um usuário, pode ser utilizada como base para moldar a alteração de acessibilidade às suas dificuldades específicas.

³ GUI - *Graphical User Interface*

Ao analisar fluxos de entrada de teclado e mouse, é possível detectar, por meio de algoritmos, questões de interação, e fornecer suporte, habilitando recursos disponíveis sem a intervenção direta do usuário. Embora não seja especificamente um sistema projetado para jogos, oferece oportunidades para converter no espaço de *design*.

Gajos, Wobbrock e Weld (2008) demonstraram que a segunda abordagem (mudanças na interface a partir de diagnóstico de desempenho do usuário) pode oferecer uma interação melhorada com uma interface gráfica, resolvendo os problemas encontrados com uma solução de *middleware*, por meio de um *framework* de desenvolvimento, que pode ser implementado para o jogo ou pela *engine* do jogo.

Muitas dessas técnicas, enquanto convincentes, têm limitações que tornam problemática a adoção direta nos jogos, embora ofereçam oportunidades para a conversão, adaptação e expansão.

Jogos acessíveis com apenas um controle de interação

Games, em geral, oferecem práticas dinâmicas para jogar, uma variedade de gêneros de jogos e interfaces sofisticadas que proporcionam uma experiência de entretenimento única para engajar o usuário. Além disso, *games* não só entretêm, mas beneficiam os jogadores em aspectos cognitivos, motivacionais, emocionais e sociais, em níveis nunca antes proporcionados (GRANIC; LOBEL; ENGELS, 2014).

O problema é que os *games* dinâmicos são jogos de ritmo acelerado, que exigem tomadas de decisão e respostas rápidas do jogador, para uma interação bem sucedida. Por outro lado, o uso de apenas um controle de interação é tipicamente baseado na verificação, um mecanismo de seleção que não se destina a tarefas dependentes do tempo ou processos de tomada de decisão rápidos. Como resultado, os usuários de jogos com um controle têm acesso a jogos estáticos, independentes de tempo e pouco interativos. Há, portanto, uma clara necessidade de *games* dinâmicos, que possam ser reproduzidos por crianças com deficiências motoras graves, que contam com o uso de um único controle, uma vez que eles querem jogar jogos similares aos desempenhados por seus colegas, sem deficiência, segundo Hernandez *et al.* (2013).

Dificuldades e soluções de adaptação de interfaces para idosos

Em resposta ao envelhecimento populacional cada vez mais crescente, vários campos de pesquisa pertinentes aos idosos (saúde, educação, bem-estar etc.) estão ganhando atenção especial em relação aos dispositivos inteligentes. Esses dispositivos inteligentes são considerados principalmente em relação à saúde e bem-estar: aplicativos que previnem, detectam ou monitoram a demência, por exemplo, ou ferramentas mais gerais, para manter o funcionamento cognitivo, monitorar a saúde, manter o suporte à vida, etc.

Apesar das pesquisas realizadas nessas áreas, vários problemas permanecem sem solução. Há poucos estudos sobre como familiarizar os idosos com dispositivos inteligentes. As áreas

de pesquisa sobre experiência do usuário (UX) e interface de usuário (UI), de dispositivos inteligentes, está abaixo da média para idosos, devido à sua capacidade parcial de implantar esses dispositivos (KO, 2016). As principais razões pelas quais os idosos fazem pouco uso de dispositivos inteligentes são: (1) falta de familiaridade com esses dispositivos e (2) declínio na capacidade cognitiva (HONG; TRIMI; KIM, 2016).

Assim, é de vital importância o desenvolvimento de uma interface personalizável para as necessidades e preferências de idosos individuais. Estudos em IHC mostraram várias vantagens de interfaces adaptáveis sobre interfaces estáticas (HOOSHYAR *et al.*, 2016). No entanto, os meios para personalizar uma interface de maneira otimizada são muito debatidos. Como muitos usuários personalizam de maneira ineficiente ou deixam de customizar sua interface, eles nunca irão otimizar o sistema (HOOSHYAR *et al.*, 2019).

Para a personalização, existem duas abordagens contrastantes: adaptável e adaptativa (HOOSHYAR *et al.*, 2019). A principal diferença é se o controle da customização recai no sistema ou no usuário. Assim, enquanto as interfaces adaptáveis permitem ao usuário total controle, fornecendo a eles mecanismos para personalizar suas interfaces, as interfaces adaptativas são controladas pelo sistema - alterando automaticamente a interface de acordo com os comportamentos ou preferências do usuário específico.

Estudos demonstraram que a promoção de uma interface adaptável, com suporte à personalização adaptativa, pode aumentar a eficiência e a eficácia da personalização e interação e, assim, também aumentar a satisfação do usuário (HOOSHYAR *et al.*, 2016).

Hooshyar *et al.* (2019) buscaram avaliar as capacidades da assistência adaptativa, derivada das informações cognitivas e comportamentais dos usuários em uma UI / UX de iniciativa mista adaptativa (*Smart-Senior*), que busca auxiliar os idosos. Por 10 semanas, 20 idosos usaram o *SmartSenior* e suas ações na interface foram registradas.

De acordo com o resultado, os participantes do teste, que receberam suporte, fizeram um uso mais eficaz dos recursos de personalização do *SmartSenior*, do que aqueles que não tiveram suporte. Entre o grupo experimental, os sujeitos aceitaram a maioria das sugestões de personalização fornecidas, e todos elogiaram a utilidade do suporte e o consideraram benéfico. Além disso, os resultados mostraram que o suporte à personalização é mais benéfico para usuários que nunca personalizariam por sua própria vontade, pois esses usuários se tornarão cada vez mais propensos a fazê-lo com suporte.

2.3 O idoso como usuário final

Conforme já destacado na Subseção 2.1.2, inserir o usuário final, em algum momento durante o processo de desenvolvimento de aplicações que visem acessibilidade, é de suma importância (PETRIE; SAVVA; POWER, 2015; ERASLAN; BAILEY, 2019). Nessa circunstância,

o público idoso tem apresentado um novo conjunto de desafios para os desenvolvedores, uma vez que os hábitos de vida, as necessidades, as preferências e dificuldades dos idosos, diante das aplicações digitais, devem ser compreendidas para que soluções direcionadas aos idosos sejam adotadas de modo eficaz, na prática.

Atualmente, uma das questões que se coloca diz respeito à relação custo/benefício dos recursos tecnológicos, no momento em que os idosos se deparam com prioridades diferentes das de pessoas mais jovens. Observa-se que o acesso financeiro aos diversos dispositivos foi facilitado, e que a sociedade tem requerido a habilitação dos idosos para participar dos novos meios de comunicação disponibilizados na Internet.

Como o foco das pesquisas nesta tese refere-se às questões relativas a acessibilidade e usabilidade no contexto de interação humano-computador, considerando-se que usuário final é uma pessoa idosa, nesta seção são discutidos os fatores de impacto, os quais vêm tomando considerável importância na pesquisa científica, nos últimos anos.

2.3.1 O envelhecimento populacional no Brasil e no mundo

Alves (2019) publicou um estudo sobre os dados apresentados pela ONU, em 17 de junho de 2019, relativo às novas projeções populacionais para todos os países. Tal estudo mostra o crescimento bastante acelerado da população acima de 60 anos, principalmente a partir do século XXI, prevendo uma projeção de crescimento ainda maior até 2100. Nesse estudo, é mencionado que a população mundial acima de 60 anos em 1950 compunha o número de 202 milhões. Nos dias atuais, esse número chega a 1,1 bilhão. É previsto que, em 2100, o número chegue a 3,1 bilhões, perfazendo um crescimento absoluto de 15,2 vezes. Além disso, o crescimento da população idosa é inegável, se comparado ao das demais faixas etárias. Enquanto a população acima de 65 anos representava 5,1% do total em 1950, passou a representar 6,5% e prevê-se uma representação de 22,6% da população, em 2100.

Considerando-se os idosos com 80 anos ou mais, também observou-se que sua representação majorada é de 14 milhões em 1950, para 72 milhões atuais, devendo alcançar 881 milhões em 2100, ou 8,1% da população.

No que consiste os dados e projeções para o Brasil, eles demonstram um cenário ainda mais acelerado do envelhecimento. Enquanto em 1950 existiam 2,6 milhões (4,1% da população) de pessoas acima de 60 anos, atualmente tem-se 29,9 milhões (14% da população) e espera-se que esse número aumente a 72,4 milhões, em 2100 (40,1% da população), promovendo um crescimento absoluto de 27,6 vezes, ou seja, quase o dobro do que é esperado para a população mundial.

O número de idosos acima de 80 anos, no Brasil, era de 153 mil (0,3% da população) em 1950, passando a 4,2 milhões (2% da população) atualmente, e espera-se que alcance 28,2 milhões (15,6% da população) nas projeções de 2100.

2.3.2 O aprendizado e o engajamento digital para idosos

As desigualdades digitais estão se tornando cada vez mais relevantes para os pesquisadores interessados no bem-estar dos idosos (KHOSRAVI; REZVANI; WIEWIORA, 2016). Um recente estudo qualitativo que investigou as percepções e os usos da tecnologia, pelos idosos, constatou que eles têm uma relação única com a exclusão digital, que merece atenção especial (BALL *et al.*, 2017).

Os idosos geralmente reconhecem que a tecnologia os ajudam a se conectar com laços sociais geograficamente distantes, como amigos e familiares, que residem em outras áreas geográficas. No entanto, também relatam que a tecnologia promove uma desconexão de laços sociais geograficamente próximos, como amigos e familiares, no mesmo espaço geográfico. Por exemplo, os idosos descrevem sentimentos de ostracismo, frustração e ofensa quando os entes queridos usam o celular durante reuniões familiares, como férias. Os adultos mais velhos podem estar enfrentando uma nova dimensão da exclusão digital, denominada “divisão físico-digital”. A divisão físico-digital articula como a divisão digital pode ter ramificações do mundo real (ou seja, físicas). O resultado é uma “lacuna de acesso social”, na qual os idosos não têm conforto em situações sociais, cada vez mais permeadas pelo uso da tecnologia (BALL *et al.*, 2017).

Idosos mais jovens relatam usar a Internet com mais frequência, do que os de 85 anos ou mais (ANDERSON; PERRIN, 2017). Provavelmente, isso é uma função do encontro da tecnologia na força de trabalho para alguns, mas também está relacionado à melhor saúde (física e cognitiva) entre os adultos mais jovens (COTTEN, 2017).

A falta de entendimento sobre as necessidades e experiências dos idosos, resultantes da interação com a tecnologia, tem sido realizado sob diferentes perspectivas. São necessárias mais pesquisas para entender como motivar os idosos e melhorar seu interesse básico em tecnologia de uma perspectiva cognitiva (LEE, 2019). O *Technology Acceptance Model* (TAM), ou seja, o modelo de aceitação de tecnologia, representado na Figura 2, é um dos modelos comportamentais mais usados no campo dos sistemas de informação no mundo. Foi projetado para compreender a relação causal entre variáveis externas de aceitação dos usuários e o uso real do computador, buscando entender o comportamento do usuário e adquirir o conhecimento sobre a utilidade e a facilidade de uso, percebida por ele (DAVIS, 1989).

A teoria subjacente ao TAM considera que uma intenção comportamental do indivíduo, para usar um sistema, é determinada por duas crenças, facilidade percebida de uso e utilidade percebida, sendo que ambas medem completamente os efeitos das variáveis externas, como características do sistema, processo de desenvolvimento e treinamento, na intenção de uso (DAVIS, 1989).

Orantes-Jiménez, Reyes-Castellanos e Sun (2018) propuseram uma extensão do TAM, conforme apresentado na Figura 3, para avaliar o grau de aceitação da tecnologia pelos idosos, no qual os elementos do modelo básico que são “Utilidade Percebida” (*Perceived Usefulness*)

Figura 2 – Modelo de aceitação de tecnologia (TAM)

Fonte: Davis (1989).

e “Facilidade de Uso” (*Perceived Ease of Use*), são integrados. A esse modelo incorporou-se: Hábitos (idosos), Envelhecimento, Facilitadores e Norma Subjetiva.

Figura 3 – Modelo estendido do TAM, considerando o público idoso

Fonte: Adaptada de Orantes-Jiménez, Reyes-Castellanos e Sun (2018).

Segundo Orantes-Jiménez, Reyes-Castellanos e Sun (2018), o modelo TAM, com extensão para idosos, considera variáveis externas que permitem avaliar a aceitação da tecnologia, levando em consideração as características do idoso e sua visão em relação às tecnologias da informação e comunicação, especificamente o computador, o telefone celular e a Internet.

Uma ferramenta bastante promissora, que vem se mostrando eficaz para o aprendizado de habilidades digitais, são os jogos desenvolvidos para *tablets*, conforme visto no trabalho de Blažič e Blažič (2019). Nele, os autores concluíram que os resultados comparativos entre dois grupos, um submetido à experiência de jogos em *tablet* e outro sem nenhuma intervenção, que tinham o mesmo objetivo de aprender a utilizar *smartphones*, mostraram que o jogo, em

dispositivos multimídia, melhora os atributos necessários para o uso ativo das habilidades digitais na vida cotidiana e promove sua adoção.

2.3.3 A tecnologia aliada à saúde dos idosos

Com o envelhecimento, existe uma séria necessidade de melhorar o atendimento médico, especificamente domiciliar, para envolver os idosos em seu processo de cuidados, a fim de obter o melhor resultado em termos do atendimento médico e qualidade de vida (VOGIATZAKI; KRUKOWSKI, 2019). A capacidade de realizar exercícios, sem a supervisão de fisioterapeutas, beneficia a redução de despesas médicas, diminuindo o dispendioso tempo de interação humana. Atualmente, a quantidade de tempo necessária para a realização de sessões ocupacionais (meios terapêuticos) e fisioterapêuticas é limitada pelos custos de hospedagem do paciente e transporte para terapeutas que visitam as casas dos pacientes.

Nos últimos anos, os jogos atraíram muita atenção, quando usados em treinamentos de reabilitação. Os artigos demonstram melhoria significativa na aceleração do processo de reabilitação e, principalmente, destacam que os jogos apresentam-se como um incentivo aos pacientes (KIRCHHOF *et al.*, 2009; KRUKOWSKI *et al.*, 2014).

O uso de jogos também é responsável por aumentar a capacidade de coordenação e a percepção espacial do jogador, ampliar seu campo de visão, promovendo impacto na leitura, além de melhorar os processos cognitivos e uma gama de habilidades como raciocínio e memória (BEZANILLA *et al.*, 2014).

2.4 Considerações finais

Como resultado dos estudos realizados a partir da revisão bibliográfica apresentada neste capítulo, foi possível confirmar que as técnicas para obtenção de acessibilidade em produtos e serviços estão atreladas à observação da população a ser atingida, a partir da adaptabilidade do conteúdo.

Alguns trabalhos estudados apresentam a definição de acessibilidade como um subconjunto da usabilidade; há casos em que um conceito sobrevive separadamente do outro. Observa-se também que as questões relativas aos problemas de usabilidade e acessibilidade podem estar presentes e afetar amplamente as pessoas, com e sem deficiência. No entanto, pessoas com deficiência acabam sendo menos favorecidas na experiência de navegação e interação com aplicações.

Discute-se na literatura, limitações de confiabilidade, tanto em consideração às diretrizes, como às ferramentas de avaliação de acessibilidade; e a compreensão das diretrizes não é facilitada nem direta, pois o enunciado das diretrizes nem sempre é objetivo, ou esclarece detalhes dos elementos e conceitos descritos.

Além das aplicações e conteúdos na Web, no desenvolvimento de jogos digitais a acessibilidade e a usabilidade são requisitos importantes, especialmente quando se considera o público idoso, que muitas vezes é ignorado. As diretrizes de acessibilidade podem ser adotadas como um parâmetro para se obter acessibilidade, no entanto, esse público também deve ser motivado a interagir com tecnologias mais novas, tornando, portanto, necessário um contato inicial de pesquisa para identificar seus interesses. Os benefícios dos jogos para o idoso vão além do entretenimento, com a socialização, alívio de isolamento social, exercício mental e uma elevação da autoestima. Portanto, incluí-los digitalmente, a partir de jogos, é um desafio que precisa ser considerado.

No âmbito dos problemas identificados na área, o projeto aqui descrito prioriza compreender questões de usabilidade e acessibilidade, tanto na web, como no contexto mais específico de jogos digitais, focando o desenvolvedor, e considerando o processo de envelhecimento, como responsável por atenuar as habilidades, produzindo necessidades específicas para o uso de aplicações.

CONCEITOS E LEGISLAÇÃO

Ainda que a acessibilidade desempenhe um papel social bastante importante, que contribui fortemente para inclusão de pessoas segregadas por barreiras de difícil transposição natural, seja no contexto físico, como no digital, ela é timidamente considerada. A usabilidade, por sua vez, detém maior atenção, haja vista seu impacto direto na qualidade das aplicações.

Neste capítulo são abordados os temas da legislação brasileira, as diretrizes de acessibilidade e usabilidade, além do processo de avaliação do cumprimento de critérios que produzam aplicações mais acessíveis e usáveis. Os trabalhos estudados foram encontrados em pesquisas publicadas, as quais estavam relacionadas com os tópicos de interesse na presente pesquisa de tese. Esse estudo fundamentou as bases para o projeto e desenvolvimento de um teste cognitivo digital voltado ao público idoso, que atendesse à demanda de proporcionar similaridade com a atividade de avaliação, por meio de baterias de teste cognitivo, comumente utilizadas por profissionais da saúde.

São apresentados também, neste capítulo, os conceitos de *Serious Games* e seus benefícios, da avaliação cognitiva e os domínios cognitivos, e de um conjunto de técnicas para reduzir as barreiras ao ambiente de jogos digitais, especialmente relativas à acessibilidade, pelo público idoso.

3.1 Legislação brasileira

O amparo da legislação é vital para promover os direitos iguais a uma população bastante diversificada, seja no ambiente físico ou no virtual.

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) estabelece, como objetivos fundamentais da República, a construção de uma sociedade livre, justa e solidária, a redução das desigualdades, assim como a promoção do bem de todos, sem preconceitos. Como direitos e garantias fundamentais, estabelece a garantia da liberdade e igualdade, indicando o acesso da

informação como um dos meios para chegar a elas.

Com relação às pessoas com deficiência, no Artigo 24 da Constituição, é disposto ao Estado, à União e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre a proteção e integração social das pessoas com deficiência.

Em 2004, o Decreto 5.296 (BRASIL, 2004), de 2 de dezembro regulamentou a Lei 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que dispõe de normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, introduzindo o conceito de acessibilidade com maior propriedade, ao abranger a utilização de dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, conforme o trecho extraído a seguir:

“d) barreiras nas comunicações e informações: qualquer entrave ou obstáculo que dificulte ou impossibilite a expressão ou o recebimento de mensagens por intermédio dos dispositivos, meios ou sistemas de comunicação, sejam ou não de massa, bem como aqueles que dificultem ou impossibilitem o acesso à informação” (BRASIL, 2004).

Esse Decreto 5.296 também considerou o prazo de até doze meses da data de sua publicação, para que os portais e sítios eletrônicos da administração pública, na internet, se adequassem às diretivas de acessibilidade para as pessoas com deficiência visual, porém enfatizando apenas esse conjunto de deficiências.

Com a Portaria MP nº 3 (BRASIL, 2007), de 7 de maio de 2007, foi institucionalizado o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico - e-MAG, no âmbito do Sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática - SISP.

Art. 1º O planejamento, implantação, desenvolvimento ou atualização de portais e sítios eletrônicos, sistemas, equipamentos e programas em Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC no âmbito da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional reger-se-á por políticas, diretrizes e especificações que visem assegurar de forma progressiva a acessibilidade de serviços e sistemas de Governo Eletrônico.

§1º As políticas, diretrizes e especificações técnicas de acessibilidade serão sistematizadas na forma de um modelo denominado “Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico - e-MAG”, de adoção compulsória pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática - SISP, de que trata o Decreto nº 1.048, de 21 de janeiro de 1994, a partir da data da publicação desta Portaria (BRASIL, 2007).

Dois anos passados, o Decreto 6.949 (BRASIL, 2009), de 25 de agosto de 2009, ao incorporar a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu

Protocolo Facultativo, assinados em Nova Iorque, em 30 de março de 2007, à Constituição, passa a contribuir com pessoas com deficiência, em seu significado mais amplo, e não limitando apenas a *sites* da administração pública:

Os Estados Partes tomarão todas as medidas apropriadas para assegurar que as pessoas com deficiência possam exercer seu direito à liberdade de expressão e opinião, inclusive à liberdade de buscar, receber e compartilhar informações e ideias, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas e por intermédio de todas as formas de comunicação de sua escolha, conforme o disposto no Artigo 2 da presente Convenção, entre as quais:

- a) Fornecer, prontamente e sem custo adicional, às pessoas com deficiência, todas as informações destinadas ao público em geral, em formatos acessíveis e tecnologias apropriadas aos diferentes tipos de deficiência;
- b) Aceitar e facilitar, em trâmites oficiais, o uso de línguas de sinais, Braille, comunicação aumentativa e alternativa, e de todos os demais meios, modos e formatos acessíveis de comunicação, à escolha das pessoas com deficiência;
- c) Urgir as entidades privadas que oferecem serviços ao público em geral, inclusive por meio da internet, a fornecer informações e serviços em formatos acessíveis, que possam ser usados por pessoas com deficiência;
- d) Incentivar a mídia, inclusive os provedores de informação pela internet, a tornar seus serviços acessíveis a pessoas com deficiência;
- e) Reconhecer e promover o uso de línguas de sinais ([BRASIL, 2009](#)).

Em 2015, as pessoas com deficiência foram beneficiadas com a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência – Lei 13.146 ([BRASIL, 2015](#)), sancionada em 6 de julho de 2015, que visa assegurar e promover o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais das pessoas com deficiência.

É obrigatória a acessibilidade nos sítios da internet mantidos por empresas com sede ou representação comercial no País ou por órgãos de governo, para uso da pessoa com deficiência, garantindo-lhe acesso às informações disponíveis, conforme as melhores práticas e diretrizes de acessibilidade adotadas internacionalmente ([BRASIL, 2015](#)).

Considerando as melhores práticas e diretrizes de acessibilidade adotadas internacionalmente, na próxima seção são abordadas as diretrizes WCAG e o próprio e-MAG, que baseou-se nas recomendações WCAG, adaptado às necessidades brasileiras.

3.2 Acessibilidade

A partir do apoio oferecido pela legislação, em diversos países, que visa promover as mesmas oportunidades para todos, incluindo as pessoas com alguma deficiência, independente do grau, o assunto vem se fortalecendo em diversas esferas, porém ainda há muito a ser feito. As pesquisas vêm contribuindo com uma definição mais consolidada para a acessibilidade, fortalecendo também o papel do idoso, que por muito tempo foi excluído digitalmente e que detém de um declínio natural em suas habilidades.

Considerando as muitas definições de acessibilidade encontradas na literatura científica, tem-se também a do [W3C \(2011\)](#), bastante referenciada, que sustenta a busca por tornar um conteúdo disponível a qualquer pessoa, sem qualquer restrição, com o propósito de possibilitar a mesma experiência de aprendizado, lazer e negócios, para ambos perfis de usuários, com e sem deficiências.

Tim Berners-Lee, um dos inventores da web e diretor do *World Wide Web Consortium*, por sua vez, define acessibilidade em termos de deficiências e de universalidade. Afirma que o poder da web está no acesso por todas as pessoas, independente de sua deficiência, considerando como aspecto essencial o acesso por todos. [Thatcher \(2011\)](#) associa o fato da tecnologia ser acessível à condição de ser usada de modo eficaz, tanto por pessoas com deficiências, como pelas que não as apresentam.

Diante das inúmeras definições para o termo, [Petrie, Savva e Power \(2015\)](#) coletaram as mais utilizadas e procuraram compreendê-las sintaticamente, de maneira a propor uma nova definição mais abrangente, incluindo a importante relação com os idosos: “Todas as pessoas, especialmente as pessoas com deficiência e idosos, podem usar *sites* em uma variedade de contextos de uso, incluindo os mais usuais, e os que contam com apoio de Tecnologia Assistiva. Para alcançar isso, os *sites* precisam ser concebidos e desenvolvidos para apoiar a usabilidade em todos os contextos”.

No que tange à comparação entre conceitos, [Petrie e Kheir \(2007\)](#) afirmam que acessibilidade é menos clara do que a usabilidade, e caracterizam as diretrizes documentadas pelo W3C como condições para se conseguir atingir a “acessibilidade técnica” e poder avaliá-la.

Para obter a “acessibilidade usável” definitiva, é necessário o estudo fundamentado em experiências dos usuários finais. Essa afirmação foi resultante da pesquisa conduzida pela *Disability Rights Commission* ([COMMISSION, 2004](#)), abrangendo 1.000 *sites*, a qual mostrou pouca relação significativa entre a conformidade com as recomendações das diretrizes WCAG e as medidas de desempenho e satisfação para cinco diferentes categorias de pessoas com deficiência.

A literatura aponta algumas diretivas de *design* recomendadas para o desenvolvimento de uma interface, acessível ao idoso, independente de ser no contexto web ([GAMBERINI et al., 2006](#)):

- Enfatizar mensagens de atenção e alerta (*warnings*);
- Tratar com redundância de canais sensoriais diferentes;
- Permitir que a leitura de textos se torne mais fácil, aumentando o contraste entre o fundo e a fonte, modificando a fonte, etc.;
- Diminuir o número de passos para que o usuário idoso complete as tarefas propostas pela aplicação.

Assim, é importante valorizar a presença do usuário final, para se garantir a completude dos requisitos de acessibilidade, evitando se pautar integralmente nas diretrizes WCAG, pois seu caráter técnico deve ser colocado à prova, na prática, de maneira a contribuir com novas considerações a serem averiguadas com o usuário e suas necessidades. Além disso, é necessário que as pessoas envolvidas tenham consciência dos benefícios associados à adoção da acessibilidade.

Muitos recursos de Tecnologia Assistiva estão disponíveis no mercado e podem ser utilizados, como mecanismos facilitadores para a acessibilidade porém, sozinhos, não garantem o acesso ao conteúdo. Para tanto, é necessário que a interface tenha sido desenvolvida de acordo com padrões (para a web, tem-se os *web standards*), bem como atenda às recomendações de acessibilidade, as quais são abordadas nas próximas subseções.

3.2.1 Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)

Com o intuito de prover um único padrão comum, para a acessibilidade dos conteúdos web, que atendesse às necessidades de indivíduos, organizações e governos, a nível internacional, as *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) foram desenvolvidas, seguindo o processo do W3C¹, em colaboração com indivíduos e organizações em todo o mundo (W3C, 2011).

As diretrizes WCAG representam regras para produzir conteúdo (textos, imagens, formulários, sons) para a web, que seja acessível às pessoas com deficiência, incluindo cegueira e baixa visão, surdez e baixa audição, dificuldades de aprendizagem, limitações cognitivas, limitações de movimentos, incapacidade de fala, fotossensibilidade e suas combinações (W3C, 2009). Elas foram normatizadas em outubro de 2012, sendo reconhecidas como um padrão ISO/IEC, de identificador “40500:2012”, pelo Comitê Técnico Conjunto JTC (Tecnologia da Informação), da Organização Internacional de Normalização (ISO) e da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) (ISO/IEC, 2012).

Tais diretrizes são direcionadas aos desenvolvedores web, desenvolvedores de ferramentas para web e desenvolvedores de *softwares* de avaliação da acessibilidade. Elas se encontravam em um documento na versão 2.0 desde dezembro de 2008, recebendo atualizações para a versão 2.1, em 2018. São formalmente definidas, conforme transcrito a seguir.

¹ *How WAI Develops Accessibility Standards through the W3C Process: Milestones and Opportunities to Contribute* - <<https://www.w3.org/WAI/intro/w3c-process.php>>

“As diretrizes WCAG definem a forma como tornar o conteúdo da web mais acessível a pessoas com deficiências. A acessibilidade envolve uma vasta gama de deficiências, incluindo visuais, auditivas, físicas, de fala, cognitivas, de linguagem, de aprendizagem e neurológicas. Embora estas diretrizes abranjam um grande número de problemas, não têm capacidade para abordar as necessidades de pessoas com todos os tipos, graus e combinações de deficiências. Estas recomendações também facilitam a utilização do conteúdo da web por pessoas mais velhas, cujas capacidades estão em constante mudança, devido ao processo de envelhecimento, e facilitam a utilização para os usuários em geral” (W3C, 2009).

As diretrizes WCAG são descritas, sob a perspectiva de quatro princípios que constituem a fundamentação da acessibilidade da web, os quais são: **perceptível**, que condiciona à percepção dos usuários perante a informação e os componentes da interface; **operável**, que compreende a operabilidade dos componentes da interface; **compreensível**, que condiz com o entendimento da informação e da operabilidade da interface e; **robusto**, que possibilita a interpretação do conteúdo por diversos agentes do usuário.

A partir desses quatro princípios, 12 recomendações/diretrizes são apresentadas (W3C, 2008). Cada diretriz possui ainda um nível de detalhamento técnico em sua descrição, e geralmente, inclui um certo número de critérios de sucesso (declarações testáveis, mas que não se referem a tecnologias específicas). A Figura 4 resume a estrutura da WCAG 2.0, com os 61 critérios de sucesso divididos pelos três diferentes níveis de conformidade.

Figura 4 – Resumo das diretrizes de acessibilidade das WCAG 2.0 dispostas nos 3 níveis de conformidade A, AA e AAA

Princípios	Diretrizes	Nível A	Nível AA	Nível AAA
1. Perceptível	1.1 Alternativas em texto	1.1.1 [1]		
	1.2 Multimídia baseada no tempo	1.2.1 - 1.2.3 [3]	1.2.4 - 1.2.5 [2]	1.2.6 - 1.6.9 [4]
	1.3 Adaptável	1.3.1 - 1.3.3 [3]		
	1.4 Discernível	1.4.1 - 1.4.2 [2]	1.4.3 - 1.4.5 [3]	1.4.6 - 1.4.9 [4]
2. Operável	2.1 Acessível por teclado	2.1.1 - 2.1.2 [2]		2.1.3 [1]
	2.2 Tempo suficiente	2.2.1 - 2.2.2 [2]		2.2.3 - 2.2.5 [3]
	2.3 Ataques epiléticos	2.3.1 [1]		2.3.2 [1]
	2.4 Navegável	2.4.1 - 2.4.4 [4]	2.4.5 - 2.4.7 [3]	2.4.8 - 2.4.10 [3]
3. Compreensível	3.1 Legível	3.1.1 [1]	3.1.2 [1]	3.1.3 - 3.1.6 [4]
	3.2 Previsível	3.2.1 - 3.2.2 [2]	3.2.3 - 3.2.4 [2]	3.2.5 [1]
	3.3 Assistência de entrada	3.3.1 - 3.3.2 [2]	3.3.3 - 3.3.4 [2]	3.3.5 - 3.3.6 [2]
4. Robusto	4.1 Compatível	4.1.1 - 4.1.2 [2]		
Total:		25	13	23

Fonte: Adaptada de GAIGG (2008).

Os níveis de conformidade são complementares: para obter a conformidade de Nível A, todos os 25 critérios de sucesso do Nível A devem ser cumpridos, ou uma versão alternativa,

em conformidade, deve ser disponibilizada; o Nível AA é conseguido a partir do cumprimento dos critérios de Nível A somados aos 13 critérios de Nível AA e, o Nível AAA, de maior conformidade, requer obtenção dos critérios de Nível A, AA e dos 23 critérios de Nível AAA.

Recentemente, em 2018, o W3C atualizou suas diretrizes de acessibilidade, publicando a versão 2.1 das WCAG. Segundo sua documentação², essa nova atualização ateu-se a três grupos principais: usuários com deficiências cognitivas ou de aprendizagem, usuários com baixa visão e usuários com deficiências em dispositivos móveis.

Foram inseridos 17 novos critérios de sucesso, distribuídos entre os três níveis de conformidade. Os novos critérios refletem as mudanças de uso do conteúdo web (Tabela 1), incluindo especialmente as particularidades de uso dos dispositivos móveis e sensíveis a toque.

Tabela 1 – Os novos critérios da WCAG 2.1

Princípios	Diretrizes	Nível A	Nível AA	Nível AAA
1. Perceptível	1.3 Adaptável		1.3.4 Orientação 1.3.5 Identificar o Objetivo de Entrada	1.3.6 Identificar o Objetivo
	1.4 Discernível		1.4.10 Realinhar 1.4.11 Contraste Não Textual 1.4.12 Espaçamento de Texto 1.4.13 Conteúdo em foco por mouse ou teclado	
2. Operável	2.1 Acessível por teclado	2.1.4 Atalhos de teclado por caractere		
	2.2 Tempo suficiente			2.2.6 Limites de Tempo
	2.3 Ataques epiléticos			2.3.3 Animação de Interações
	2.5 Modalidades de Entrada	2.5.1 Gestos de Acionamento 2.5.2 Cancelamento de Acionamento 2.5.3 Rótulo em Nome Acessível 2.5.4 Atuação em Movimento		2.5.5 Tamanho da Área Clicável 2.5.6 Mecanismos de Entrada Simultâneos
4. Robusto	4.1 Compatível	4.1.3 Mensagens de Status		

Fonte: Adaptada de W3C (2018b).

Desde a especificação do WebGL, em 2011 (MARRIN, 2011), disponível a partir do elemento Canvas, do HTML5, oferecendo suporte à renderização de gráficos 2D e 3D, em tempo

² <<http://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>>

real, por hardware, sem fazer uso de *plugins*, praticamente todo navegador se tornou um ambiente propício para jogos. Isso significa que a acessibilidade da web deve considerar a acessibilidade para jogos.

Neste sentido, esperava-se uma maior mudança nas WCAG, a fim de abranger diretrizes específicas que essa aplicação requer. [Westin et al. \(2018\)](#) compararam as diretrizes WCAG e as *Game Accessibility Guidelines* (GAG), apresentadas na [Subseção 3.4.2](#), concluindo que as WCAG avaliam a página da web e talvez também o conteúdo do Canvas e do WebGL até certo ponto, mas quando esse conteúdo é um jogo, ou seja, um aplicativo com regras de jogo, parece melhor usar as GAG ou outros conjuntos de diretrizes para jogos acessíveis.

Ainda verificando as diretrizes de acessibilidades para web, as recomendações WCAG foram reformuladas pelo Governo Brasileiro, considerando um conjunto homogêneo de critérios a serem respeitados nos *sites* da administração pública, com a proposta do e-MAG, Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico, que é descrito na próxima subseção.

3.2.2 e-MAG - Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico

O direito à informação provida por órgãos públicos a toda a população é essencial para a sociedade atual. Assim, o Governo Brasileiro precisava adotar um padrão para assegurar que suas páginas respeitem o mínimo necessário para abranger o maior número de utilizadores, atribuindo critérios que colaborem com a navegação por usuários, dos mais diversos níveis de habilidade. Para tanto, a partir do Departamento de Governo Eletrônico, em parceria com a ONG Acessibilidade Brasil, o Governo, em 18 de janeiro de 2005, disponibilizou a primeira versão do e-MAG.

Em 7 de maio de 2007, a Portaria nº 3 institucionalizou o e-MAG, no âmbito do sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática - SISP, obrigando sua validação nos portais do Governo Brasileiro ([BRASIL, 2014](#)).

A versão atual do e-MAG (3.1), de abril de 2014, foi elaborada com base na sua versão anterior, apoiando-se nas recomendações WCAG 2.0, e considerando as novas pesquisas na área de acessibilidade. Mesmo fundamentando-se no documento WCAG 2.0, as recomendações do e-MAG foram apoiadas, considerando as necessidades locais, visando atender as prioridades brasileiras e mantendo-as coerentes com o que existe de mais atual no assunto.

No e-MAG não se encontram os níveis de conformidade “A, AA e AAA”, conforme são vistos nas WCAG, pois considerando que o Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico foi focado para páginas do Governo, não são permitidas exceções com relação ao cumprimento das recomendações ([BRASIL, 2014](#)).

As 45 recomendações são categorizadas por Marcação, Comportamento (DOM), Conteúdo/Informação, Apresentação/*Design*, Multimídia e Formulário, e são associadas, em suas descrições, aos critérios de Sucesso das WCAG 2.0, nas quais foram baseadas.

As recomendações são usadas, não apenas para a concepção das aplicações, mas também para avaliação do nível de compatibilidade das ferramentas.

3.2.3 Avaliação

Para identificar se uma interface garante a acessibilidade aos usuários, é necessário o uso de métodos de avaliação, os quais devem estar presentes não só na fase de produção, mas também na geração de conteúdo/funcionalidades, pois essa fase pode ser responsável por incorporar falhas aos padrões e diretrizes estabelecidos durante o desenvolvimento. Desta maneira, as avaliações devem acompanhar todo o período de existência das aplicações, a fim de garantir procedência nos requisitos.

A validação da acessibilidade pode ser feita por ferramentas automáticas, possibilitando resultados rápidos, porém o uso da avaliação humana é essencial para contribuir com uma fidelidade em sua cobertura, haja vista que os métodos automáticos não são capazes de identificar todas as nuances da acessibilidade (QUEIROZ, 2008).

Ademais, [Petrie e Kheir \(2007\)](#) apontam a questão de que as recomendações WCAG foram construídas com uma base fraca de estudos empíricos, portanto agregar a percepção humana, no processo de avaliação, é essencial para assegurar uma validação mais completa.

3.3 Usabilidade

Assim como a acessibilidade, a usabilidade também contempla inúmeras definições na literatura, porém a mais referenciada é a de [Nielsen \(2012\)](#), um dos pesquisadores mais vigorosos da área. [Nielsen \(2012\)](#) define usabilidade pela facilidade de um usuário dispor de um serviço oferecido pela aplicação, e a representa por cinco componentes de qualidade:

1. Capacidade de aprendizado

– Quão fácil é para os usuários realizarem tarefas básicas na primeira vez que utilizam o *design*?

2. Eficiência

– Uma vez que os usuários aprenderam a concepção, com que velocidade podem realizar as tarefas?

3. Capacidade de memorização

– Quando os usuários voltam para a aplicação, após um período sem usá-la, quão facilmente se pode estabelecer a proficiência?

4. Erros

– Quantos erros que os usuários cometem, quão grave são esses erros, e quão facilmente se pode recuperar dos erros?

5. Satisfação

– Quão agradável é usar o *design*?

Outras definições são consideradas, como a de [Quesenbery \(2001\)](#), que defende que os “5 Es de usabilidade” (*the 5 Es of usability*) provêm a definição mais robusta: *effectiveness*, *efficiency*, *engaging*, *error tolerant* e *easy to learn*, ou seja, a eficácia, eficiência, a condição de ser atraente, tolerante a erro e de fácil aprendizado.

Já a definição formalizada pela ISO/IEC 9124, estabelecida pela Organização Internacional de Normalização, afirma que:

“Usabilidade é uma medida de qualidade de um produto em relação a eficiência, a eficácia e a satisfação com que usuários específicos, usando o produto, podem alcançar objetivos especificados em um determinado contexto de uso”.

Desta maneira, diz-se que uma interface apresenta problema de usabilidade se um usuário ou grupo de usuários apresenta dificuldade ao realizar uma tarefa própria da aplicação, por meio da interface disponibilizada.

Alguns exemplos de métricas, obtidos de [Ivory e Hearst \(2001\)](#), que podem ser utilizadas para analisar a usabilidade, no intuito de se conseguir uma interface mais adequada, são listados a seguir:

- **Desempenho do usuário nas tarefas:** a partir da análise do comportamento do usuário frente à aplicação, consegue-se delinear algumas métricas:
 - **Conclusão das tarefas:** se o usuário conseguiu finalizar as tarefas completamente, parcialmente ou não chegou a sua conclusão. As duas últimas condições podem representar indícios de problemas na usabilidade;
 - **Tempo na realização das tarefas:** o longo período para conclusão de uma tarefa pode representar uma dificuldade em sua realização, indicando uma usabilidade falha;
 - **Erros:** a ocorrência de erros pode representar ausência de informações que conduzam o usuário à conclusão assertiva da tarefa.
- **Correspondência às recomendações:** existem algumas recomendações que podem ser seguidas durante a criação das interfaces, tais como *HHS Guidelines*, ISO/IEC 30071-1:2019 e *JISC Guidelines*, a fim de evitar problemas conhecidos de usabilidade. Essas recomendações também podem ser utilizadas na avaliação das interfaces.

Dentre outras métricas, está a satisfação do usuário na utilização da aplicação e sua correspondência aos objetivos previamente definidos pelo usuário. Para a avaliação de usabilidade, podem também ser utilizadas as 10 Heurísticas de Nielsen, descritas a seguir.

3.3.1 Heurísticas de Nielsen

Nielsen (1994), com base em 294 erros comuns encontrados em suas análises frequentes em *sites*, em 1994, propôs 10 heurísticas de avaliação, a saber:

1. **Visibilidade de status do sistema:** a aplicação deve estar em comunicação ativa com o usuário, em cada tarefa, a fim de informá-lo sempre o que está acontecendo (*feedback*);
2. **Relacionamento entre a interface do sistema e o mundo real:** toda a comunicação do sistema deve ser contextualizada ao usuário, a fim de ser compreensível;
3. **Liberdade e controle do usuário:** as opções de ação devem ser facilitadas, a fim de que se um usuário se encontrar perdido ou em situações inesperadas, possa retornar a pontos anteriores;
4. **Consistência:** não utilize expressões ou ícones diferentes para nomear uma mesma tarefa, é preciso utilizar um contexto linear para fácil compreensão;
5. **Prevenção de erros:** deve-se priorizar a prevenção de erros às boas mensagens de exibição deles;
6. **Reconhecimento ao invés de lembrança:** procure contextualizar toda situação ao usuário ao invés de remetê-lo a lembranças, antes de executar uma ação;
7. **Flexibilidade e eficiência de uso:** o sistema deve prover facilidade de uso para os usuários leigos, porém não deve comprometer a utilização por usuários avançados;
8. **Estética e *design* minimalista:** as informações transmitidas aos usuários devem ser precisas, simples e naturais. Deve-se evitar a utilização de textos e *design* exorbitantes, que transmitam mais do que o usuário necessita;
9. **Ajuda ao usuário a reconhecer, diagnosticar e sanar erros:** as mensagens de erro devem colaborar no sentido de contornar a situação, com redação simples e clara, a fim de não intimidar o usuário;
10. **Ajuda e documentação:** a interface deve fornecer uma documentação clara, de fácil acesso e a presença de ferramenta para buscas.

Essas 10 heurísticas se tornaram populares e são utilizadas até os dias atuais como guia na avaliação e promoção de usabilidade. Outros métodos, baseados em *checklists*, também são bastante utilizados, devido ao seu caráter concreto, com recomendações pontuais.

3.3.2 Avaliação

A avaliação de usabilidade, geralmente, considera a presença de um ou mais avaliadores humanos, seja especialista se guiando por meio de heurísticas, *checklists* ou por meio da análise de interação pelo usuário final.

A avaliação heurística, proposta por Nielsen (1993), tem como característica a inspeção sistemática da aplicação. Para tanto, um ou mais avaliadores realiza uma análise da aplicação, com base em um conjunto determinado de princípios de usabilidade, denominados heurísticas. Usualmente, esse conjunto é limitado a um número pequeno de heurísticas (em torno de dez) (DIX *et al.*, 2003; PREECE; SHARP; ROGERS, 2015).

Nielsen (1993) propôs uma configuração de avaliadores de 3 a 5 integrantes, de maneira a evitar vieses na condução das avaliações. Ao final, os resultados, que podem ter sido coletados por observadores, são reunidos e representados em uma lista de problemas, em conjunto com os princípios violados e as respectivas intensidades de gravidade de usabilidade.

Outros métodos de avaliação bastante utilizados são:

- **Ensaio de interação**, em que são construídos ambientes propícios para a captura das reações dos usuários, enquanto há a interação com a aplicação;
- **Inspeção de recomendações ergonômicas**, que possibilita, por intermédio de *checklists*, originadas de pesquisas em psicologia, ciência cognitiva e ergonomia, verificar os problemas de uma interface;
- **Questionários**, utilizados para capturar a impressão dos usuários, mediante o uso da aplicação. Podem ser disponibilizados *online* e para um número extenso de pessoas, simultaneamente. Geralmente, a análise dos resultados obtidos por este método tende a demandar grande esforço.

Além dos métodos de avaliação citados, também é importante ressaltar o uso de ferramentas automáticas, no sentido de diminuir o esforço do avaliador e os testes manuais, que são introduzidos por especialistas, técnicos e mesmo leigos em usabilidade. Os leigos, tendo como base algumas diretrizes, conseguem, mesmo que superficialmente, analisar as aplicações quanto ao nível de conformidade com critérios de usabilidade.

Não menos importante, o teste com o usuário final da aplicação amplifica as avaliações e desempenha um fundamental papel, complementar às duas técnicas anteriores (POWER; PETRIE, 2007).

Visando particularizar a abrangência do contexto passível de envolvimento com matérias de usabilidade e acessibilidade, voltando-se para interfaces mais dinâmicas, em que o tempo é um fator importante, na próxima seção é abordado o assunto de acessibilidade em jogos digitais.

3.4 Acessibilidade em jogos digitais

Apesar do interesse crescente pelo uso de jogos digitais em diferentes áreas, muitas pessoas, dentre as quais os idosos, são privadas de utilizá-los, devido às suas necessidades, seja por algum declínio, doença degenerativa, restrição visual, motora, auditiva ou cognitiva (ATKINSON *et al.*, 2006; BIERRE *et al.*, 2005; GRAMMENOS, 2008).

A aplicação da acessibilidade em jogos é um ótimo desafio, uma vez que ela está relacionada com outros importantes aspectos no *design*, como a jogabilidade, o envolvimento do jogador, diversão e carga cognitiva (CHEN, 2013; HERON, 2015; IMMONEN, 2014; RECTOR; BENNETT; KIENTZ, 2013; SEABORN *et al.*, 2016).

Para considerar as limitações dos indivíduos, que podem ser atingidos pela falta de acessibilidade, utiliza-se, em geral, a classificação definida pela *World Health Organization's* (WHO) em *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps* (ICIDH) (WOOD, 1990), que compreende os seguintes comprometimentos:

- **visual**, que é a consequência de um certo grau de perda de visão/visibilidade parcial, a cegueira estabelecida pela legislação e a cegueira total;
- **auditivo**, o qual refere-se à perda parcial ou total da habilidade de ouvir, por um ou pelos dois ouvidos;
- **motor**, que é a perda ou limitação da função de controle muscular, de movimento ou limitação da mobilidade;
- **cognitivo**, que representa uma enfermidade mental ou psicológica, que vai desde um retardo desenvolvido durante a infância, até Alzheimer ou senilidade, como resultado do processo de envelhecimento.

Conforme a popularidade da tecnologia aumenta, intensificam-se os esforços para compreender os indivíduos atingidos por esses comprometimentos/deficiências e como tornar a tecnologia acessível ao maior número de pessoas. Como exemplo, tem-se o esforço empregado na adequação dos critérios de qualidade de software, visando a acessibilidade, contribuindo na adoção de práticas e funcionalidades incorporadas nos sistemas operacionais, tais como leitores de tela ou teclas de atalho.

O mesmo ocorreu com a Internet, que na década de 90, com seu avanço, proporcionou o direcionamento de pesquisas, no sentido de tornar a *World Wide Web* e as tecnologias relacionadas, acessíveis. Um resultado desse direcionamento é referência mundial e consiste na *Web Accessibility Initiative* (WAI), que elaborou o documento *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), desenvolvido a partir do processo (W3C, 2018a) do *World Wide Web Consortium* (W3C), em colaboração com indivíduos e organizações em todo o mundo (CALDWELL *et al.*, 2008).

Embora já exista o esforço, como mencionado no capítulo anterior, para uma definição abrangente e uniformizada para acessibilidade, apresentada por [Petrie, Savva e Power \(2015\)](#), as características específicas de acessibilidade em jogos digitais requerem orientações que considerem os aspectos funcionais, tecnológicos e diferenciais dos jogos digitais.

Com a realidade do aumento da popularidade dos jogos digitais, o enfoque de trabalhos e pesquisas no sentido de prover acessibilidade a estes sistemas interativos também deve aumentar. No entanto, a acessibilidade, em jogos digitais, continua sendo um problema pendente, devido à natureza visual e interativa do meio ([MANGIRON; ZHANG, 2016](#)).

Não há diretrizes oficiais, padrões ou iniciativas globais, comparáveis às WCAG, no domínio de jogos digitais, tampouco ações governamentais ou legislativas relacionadas ([GRAMMENOS; SAVIDIS; STEPHANIDIS, 2009](#)), entretanto, existem duas intervenções no sentido de obter esse conjunto de diretrizes: um publicado pelo *Special Interest Group* (SIG), da *Independent Game Developers Association* (IGDA), que propôs 19 diretrizes de acessibilidade, em 2004, e atualizadas em 2010, obtidas de um experimento com 20 jogos, priorizando os usuários com deficiência visual ([IGDA, 2010](#)), e outro, da organização norueguesa MediaLT, que também em 2004, publicou um conjunto de 34 diretrizes de acessibilidade ([UPS project, 2004](#)), baseadas nas 19 da IGDA.

Em 2012, visando produzir uma referência objetiva aos desenvolvedores de jogos digitais, e incluir o maior número de pessoas possível, considerando as diferentes necessidades apresentadas por pessoas com deficiências, um esforço colaborativo entre produtores, especialistas e acadêmicos foi realizado, surgindo as diretrizes de acessibilidade para jogos ([ELLIS et al., 2017](#)).

Essas diretrizes são categorizadas em três níveis: básico, intermediário e avançado, e contemplam as diferenças quanto ao número de pessoas beneficiadas, o impacto provido para os utilizadores e o custo de implementação. As diretrizes são também agrupadas em subcategorias, relacionadas com as diferentes habilidades: motora, cognitiva, visual, auditiva e de fala.

A literatura mostrou muitas revisões sobre a avaliação de usabilidade para jogos ([HUS-SAIN et al., 2015](#); [KORHONEN, 2010](#); [SCHMIDT; MARCHI, 2016](#); [YÁÑEZ-GÓMEZ; CASCADO-CABALLERO; SEVILLANO, 2016](#)), entretanto, os estudos não se mostraram suficientes para informar quais métodos podem ser aplicados para avaliar a acessibilidade de jogos.

Existe uma diferença importante entre acessibilidade em software e em jogos, pois a proposta principal do jogo é entretenimento ([YUAN; FOLMER; HARRIS, 2011](#)). Dessa maneira, a avaliação de acessibilidade também precisa refletir essa diferença. [Bors \(2015\)](#) apresentou uma revisão das diretrizes de acessibilidade para jogos. [Paavilainen \(2010\)](#) revisou inúmeras heurísticas que poderiam ser utilizadas para avaliar jogos digitais, incluindo acessibilidade.

Paralelamente à obtenção de diretrizes de acessibilidade para jogos digitais formalizadas

internacionalmente, evidencia-se o avanço da qualidade dos jogos, a partir da criação de um processo estruturado de *design* de jogos, denominado *Design Unificado* (DU) (GRAMMENOS; SAVIDIS; STEPHANIDIS, 2009). O DU inclui como uma de suas etapas, a avaliação de acessibilidade técnica, que pode verificar o uso com base nas diretrizes, mas também recorrer à participação de especialistas e usuários finais, em todas as etapas de seu desenvolvimento, conforme ilustrado na Figura 7 (Seção 3.5).

O DU permite que o *design* do jogo seja realizado de modo independente das características tecnológicas do contexto de desenvolvimento do jogo, ou seja, de modo que ele seja projetado em um nível abstrato, a fim de minimizar referências a interações, dispositivos e técnicas que empreguem uma modalidade específica. O *design* resultante pode ser especializado para um usuário ou para um grupo de usuários (perfil de usuário), com o objetivo de atender suas necessidades particulares de interação.

No contexto de *Serious Games*, quando se enfatizam os idosos, o desafio para obter sucesso na aplicação torna-se ainda maior, pois a literatura aponta que jogos voltados para essa categoria de usuários nem sempre seguem diretrizes de usabilidade que esse público requer (ISHITANI, 2013; GAMBERINI *et al.*, 2006; TORRES, 2008).

A utilização de treinos cognitivos para idosos tem sido sistematicamente pesquisada e a maioria dos estudos aponta para uma melhora das funções cognitivas, principalmente no funcionamento executivo e memória (KELLY *et al.*, 2014). De modo similar, o uso de treinos cognitivos no formato digital também tem mostrado benefícios (CORBETT *et al.*, 2015), possivelmente com custos menores, o que os tornam uma importante ferramenta de saúde pública.

Para ilustrar um possível jogo que, em uma análise inicial, trabalha a linguagem, praxia e habilidade visuoespacial, são apresentadas algumas telas. No jogo proposto, na tela à esquerda da Figura 5, é apresentado ao jogador uma pintura de domínio público. Esta pintura encontra-se vandalizada e o jogador deve limpá-la, utilizando o dedo para apagar a forma da pichação.

Figura 5 – Remover pichação de pintura e fazer contorno do rosto

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após terminar a tarefa, com sucesso ou não, o jogador deve copiar a silhueta vermelha

do rosto do suspeito do vandalismo. A última etapa do jogo consiste em, baseado na silhueta que copiou, o jogador selecionar o rosto do suspeito que mais se assemelha ao desenho, conforme apresentado na [Figura 6](#).

Figura 6 – Selecionar personagem semelhante ao contorno

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com [Hunicke e Chapman \(2004\)](#), jogos podem ser tediosos, quando muito fáceis; e frustrantes, quando muito difíceis. Os autores apontam que a maioria dos jogos *single-player* permite ao jogador apenas um ajuste grosseiro de dificuldade, geralmente possibilitando a escolha entre os modos de jogo fácil, médio, difícil ou muito difícil. Tal abordagem mostra-se estática frente à interação do jogador com o jogo e pode apresentar uma divergência entre o nível de habilidade do jogador e a dificuldade geral do jogo.

Poucos desenvolvedores, de jogos comerciais, implementaram sistemas de ajuste dinâmico para seus jogos, dentre estes, pode-se citar *God Hand®* (da Clover Studio e Capcom), no qual um medidor regula, ao longo do jogo, a inteligência e força dos adversários. Este medidor aumenta sempre que o jogador consegue, com sucesso, esquivar-se de ataques inimigos ou golpear seus oponentes, diminuindo à medida que o jogador é atingido. Uma recompensa é oferecida aos jogadores que vencem oponentes que, de acordo com o medidor, são muito difíceis para seu nível de habilidade. Entretanto, nos jogos comerciais, na área dos *Serious Games*, não foi identificada iniciativa alguma neste sentido.

Nesse contexto, e considerando o aumento do número de idosos, é importante estudar a viabilidade do desenvolvimento de um método para desenvolvimento de jogos adaptáveis e acessíveis ao idoso, com temáticas próprias e próximas a esse perfil de usuários.

Entende-se por adaptável, a calibragem da mecânica do jogo e do nível de dificuldade que esse apresentará ao usuário, sem torná-lo frustrante e ainda manter um pequeno nível de desafio, o que, de acordo com [Souza e Trevisan \(2014\)](#), é um fator motivador. Entende-se por acessível,

a interface que proporcione uma boa experiência ao usuário e que siga as recomendações especificadas nas diretrizes mencionadas, que foram estudadas e descritas nesta tese.

Diante do assunto sobre acessibilidade voltada a jogos digitais ser bastante recente e não ter um amparo legal específico, que viabilize maiores esforços no sentido da indústria de jogos, métodos de avaliação são poucos explorados, por isso o autor desta tese, em conjunto com outros pesquisadores do grupo de pesquisa, promoveram uma revisão sistemática, a fim de averiguar os métodos existentes na literatura.

3.4.1 Métodos de avaliação de acessibilidade

Em Fortes *et al.* (2017), para verificar os métodos de avaliação de acessibilidade para jogos digitais, foi definido um conjunto de cinco questões de pesquisa e iniciaram-se as buscas, considerando a técnica *snowballing*, proposta por Wohlin (WOHLIN, 2014), tendo um conjunto inicial de trabalhos, suas referências e citações.

As questões analisadas foram:

RQ1: *Quais são os métodos de avaliação de acessibilidade de jogos e como eles são classificados de acordo com as categorias ISO de métodos de avaliação de acessibilidade?*

RQ2: *A avaliação da acessibilidade do jogo em dispositivo móvel difere da avaliação da acessibilidade do jogo em outros dispositivos?*

RQ3: *Quais são os aspectos considerados durante a avaliação da acessibilidade do jogo?*

RQ4: *Que gêneros de jogos foram abordados por métodos de avaliação de acessibilidade de jogos?*

RQ5: *Que perfis de usuários são considerados durante o método de avaliação de acessibilidade do jogo?*

O conjunto inicial de artigos para início da interação, utilizando a técnica *snowballing*, integrou os trabalhos mais relacionados, em pesquisas prévias. Os seis trabalhos (GOTFRID, 2016; GARBER, 2013; PORTER, 2014; SEABORN *et al.*, 2016; TORRENTE, 2012; YUAN; FOLMER; HARRIS, 2011) foram baseados na qualidade das evidências providas nas respostas às cinco questões levantadas. O requisito mínimo para inclusão do trabalho neste estágio foi que ele deveria responder a, ao menos, uma das cinco questões. Em sequência, conforme sugerido por Wohlin (WOHLIN, 2014), iniciou-se a busca no *Google Scholar*³.

Durante a seleção dos trabalhos, foram considerados apenas os publicados entre 2011 e 2016, abrangendo artigos publicados após Yuan, Folmer e Harris (2011). Como critérios base para análise, os trabalhos deveriam ser escritos em inglês e prover evidências suficientes para

³ <<https://scholar.google.com/>>

responder a alguma das questões. A primeira seleção foi realizada após leitura de título, resumo e palavras-chave. Todos os trabalhos selecionados por esses critérios base, foram lidos por inteiro e sujeitos aos seguintes critérios de inclusão e exclusão:

- *Critérios de inclusão:* (i) estudos que continham “gam*”⁴ e “access*” no título, resumo ou palavras-chave; (ii) trabalhos que continham evidências de responder ao menos a questão RQ1.
- *Critérios de exclusão:* (i) trabalhos que não apresentaram conteúdo completo; (ii) trabalhos não relacionados à avaliação de acessibilidade em jogos; (iii) trabalhos que não respondiam a nenhuma das questões.

Após submeter todos os trabalhos ao conjunto de critérios, 32 artigos foram selecionados. Os dez seguintes campos, preenchidos com dados extraídos das obras incluídas, foram definidos: (a) resumo das contribuições e limitações, (b) método de avaliação da acessibilidade do jogo descrito, (c) principais características do jogo avaliado, (d) quais aspectos foram considerados como sujeitos da avaliação, (e) como o método é classificado (avaliação baseada em inspeção ou baseada no usuário), (f) características particulares do método, (g) características dos resultados de cada método, (h) características de perfil de usuário, (i) tipo de plataforma de jogo (dispositivo) e (j) informações relevantes adicionais.

Após a extração de todos os dados das obras selecionadas, realizou-se uma análise qualitativa dos dados, de acordo com [Cruzes e Dyba \(2011\)](#). O resultado da pesquisa indicou que *designers* e profissionais podem aplicar métodos de avaliação baseados em usuários tradicionais, quando suas aplicações são apropriadas (por exemplo: quando os protótipos interativos estão disponíveis). Por outro lado, a maioria dos trabalhos referentes aos métodos de inspeção relataram métodos focados no domínio do jogo. Por esse motivo, quando os métodos de inspeção são necessários (como nos estágios de *design*, quando os protótipos de baixa fidelidade estão disponíveis), sugere-se que os *designers* considerem inspeções usando estratégias de [Yuan, Folmer e Harris \(2011\)](#), IGDA ou as diretrizes Medial, por sua popularidade entre as obras pesquisadas.

Para os casos em que a acessibilidade do jogo de dispositivo móvel precisa ser avaliada, indica-se a aplicação do questionário NASA-TLX ([NASA, 2017](#)), combinado com outro método de avaliação. O NASA-TLX pode ser utilizado como complemento para enriquecer resultados, com indicações sobre a carga cognitiva dos jogadores. Finalmente, sugere-se também a aplicação de *includifying* ([SEABORN et al., 2016](#)) ou *includification*⁵, combinado com outros métodos de avaliação, quando o objetivo do jogo é incluir um jogo tradicional no contexto acessível.

⁴ O asterisco (*) é utilizado aqui para representar qualquer variação da palavra

⁵ <<http://www.includification.com/mobility>>

3.4.2 Diretrizes de acessibilidade para jogos

Com a finalidade de produzir uma referência objetiva aos desenvolvedores de jogos, e no sentido de incluir o maior número de pessoas possível, considerando as diversas necessidades apresentadas por pessoas com deficiências, um esforço colaborativo entre produtoras, especialistas e acadêmicos foi realizado, resultando nas recomendações denominadas *Game Accessibility Guidelines* (GAG), diretrizes de acessibilidade para jogos (ELLIS *et al.*, 2017).

Estruturalmente semelhantes às WCAG, as GAG são categorizadas em três tipos: básico, intermediário e avançado, mas estes são fundamentalmente diferentes dos níveis de conformidade “A / AA / AAA”, observados no primeiro conjunto de diretrizes. Nas categorias das GAG, são contempladas as diferenças quanto ao número de pessoas beneficiadas, o impacto provido para os utilizadores e o custo de implementação.

É importante ressaltar que as categorias das GAG não são passíveis de auditoria, ou nivelamento de quão acessível um jogo é ao atendê-las, uma vez que variam entre jogos e gêneros.

As GAG foram desenvolvidas com base nas diretrizes da BBC (LEE, 2010), que por sua vez foram baseadas nas WCAG 2.0. Segundo Westin *et al.* (2018), em um nível abstrato, existem algumas semelhanças, porém há muitas diferenças, tais como:

- As WCAG se concentram apenas na web, as GAG consideram os jogos como um produto completo, incluindo manuais impressos;
- As WCAG dependem dos agentes de usuário, Tecnologia Assistiva e que o desenvolvedor se atente às funções de acessibilidade, enquanto as GAG são mais explícitas e específicas;
- As WCAG priorizam o uso universal, enquanto as GAG consideram a acessibilidade limitada às regras do jogo;
- As WCAG são orientadas à conformidade, enquanto as GAG objetivam as melhores práticas.

Tais diferenças demonstram que as diretrizes tendem a ser complementares e podem ser utilizadas, em conjunto, para avaliar jogos baseados na web, viabilizando uma maior completude, envolvendo a acessibilidade técnica da aplicação, a qual também precisa considerar experimentos com o usuário final.

As GAG são também agrupadas em subcategorias, relacionadas com as diferentes habilidades que podem ser / estar prejudicadas: motora, cognitiva, visual, auditiva e de fala. Na Tabela 2, a seguir, são listadas todas as 108 diretrizes.

Tabela 2 – Diretrizes de Acessibilidade para Jogos (GAG)

Capacidade	Nível	Diretriz
Geral	<i>Básico</i>	1. Fornecer detalhes sobre os recursos de acessibilidade no pacote e/ou <i>site</i>
		2. Oferecer uma grande variedade de níveis de dificuldade
		3. Certificar que todas as configurações são salvas/lembradas
	<i>Intermediário</i>	4. Permitir que o nível de dificuldade possa ser alterado durante o jogo, seja através de configurações ou dificuldade adaptativa
		5. Incluir algumas pessoas com deficiência entre os participantes que testarão o jogo
		6. Oferecer um meio de contornar elementos de jogabilidade que não fazem parte da mecânica central, através das definições ou uma opção de ignorar durante o jogo
		7. Incluir modos auxiliares, tais como mira automática e direção assistida
		8. Fornecer possibilidade manual de salvar
		9. Fornecer a possibilidade de salvar automático
		10. Permitir uma preferência para ser definida a jogabilidade <i>multiplayer</i> online, com ou sem outros que estão usando recursos de acessibilidade, que poderiam dar uma vantagem competitiva
	<i>Avançado</i>	11. Incluir todas as categorias relevantes de deficiência (motora, cognitiva etc.) entre os participantes dos testes de jogo, em números representativos com base na idade e dados demográficos do público-alvo
		12. Permitir que o jogo possa ser aperfeiçoado, expondo tantas variáveis quanto possível
		13. Permitir salvar configurações de diferentes perfis, em qualquer jogo ou plataforma
Motora	<i>Básico</i>	14. Que os controles possam ser remapeados / reconfigurados
		15. Certificar que todas as áreas da interface do usuário possam ser acessadas usando o mesmo método de entrada como a jogabilidade
		16. Incluir uma opção para ajustar a sensibilidade dos controles
		17. Garantir controles tão simples quanto possível, ou fornecer uma alternativa mais simples
		18. Certificar que os elementos interativos / controles virtuais são grandes e bem espaçados, especialmente em telas pequenas ou sensíveis ao toque
	<i>Intermediário</i>	19. Suportar mais de um dispositivo de entrada
		20. Faça elementos interativos que exigem precisão (ex. cursor/toque controlados pelas opções do menu) estacionária
		21. Certificar que várias ações simultâneas (ex. clicar/arrastar ou deslizar) não são necessárias, e incluir apenas como um método de entrada alternativa / complementar
		22. Certificar que todas as ações chave possam ser realizadas por controles digitais (pad / chaves / ação de pressionar), com mais de uma entrada complexa (ex. discurso, gesto) não obrigatória, e incluir apenas como métodos de entrada suplementares/alternativas
		23. Incluir uma opção para ajustar a velocidade do jogo
		24. Evitar entradas repetidas (eventos em tempo rápido)
		25. Se produzir um jogo para PC, apoiar o modo de janela para compatibilidade com teclados virtuais sobrepostos
		26. Evitar/fornecer alternativas de exigência de botões a serem pressionados
		27. Permitir que as interfaces possam ser reorganizadas
		28. Permitir que as interfaces possam ser redimensionadas
	<i>Avançado</i>	29. Permitir que o jogo possa ser colocado em modos retrato e paisagem

Continua na próxima página

Tabela 2 – GAG – continuação da página anterior

Capacidade	Nível	Diretriz
Cognitiva		30. Não faça que o sincronismo preciso seja essencial para a jogabilidade - oferecer alternativas, ações que possam ser realizadas durante a pausa, ou um mecanismo de salto
		31. Incluir um período (pós atraso de aceitação) de 0,5 segundos entre as entradas
		32. Fornecer esquemas de controle muito simples que são compatíveis com dispositivos de Tecnologia Assistiva, tais como interruptor ou <i>eye tracking</i>
	Básico	33. Permitir que o jogo seja iniciado sem a necessidade de navegar através de múltiplos níveis de menus
		34. Usar um tamanho de fonte padrão de fácil leitura
		35. Usar uma linguagem simples e clara
		36. Usar a formatação de texto simples e clara
		37. Incluir tutoriais
		38. Permitir aos jogadores que possam progredir através de interface de texto ao seu próprio ritmo
		39. Evitar piscar imagens e padrões repetitivos
	Intermediário	40. Incluir ajuda contextual no jogo / orientações / dicas
		41. Indicar / permitir lembrete dos objetivos atuais durante o jogo
		42. Indicar / permitir lembrete de controles durante o jogo
		43. Incluir um meio de praticar sem falhas, tais como um nível de prática ou <i>sandbox</i>
		44. Empregar uma estrutura narrativa simples, clara
		45. Se estiver usando uma narrativa global longa, fornecer resumos de progresso
		46. Garantir que não haja informações essenciais (especialmente instruções) que sejam transmitidas apenas via texto, reforçar com recursos visuais e/ou voz
		47. Dar uma clara indicação de que elementos interativos são interativos
		48. Fornecer uma opção para desligar/ocultar movimento de fundo
		49. Possibilitar chat via voz e texto para jogos <i>multiplayer</i>
		50. Fornecer imagens do jogo (<i>thumbnails</i>) com os jogos salvos
		51. Fornecer controles de volume separados ou de mudo para efeitos, fala e música de fundo
		52. Certificar que escolhas de som/música para cada objeto-chave / eventos são distintos um do outro
		53. Incluir uma opção para ajustar a velocidade do jogo
		54. Fornecer uma escolha de cor de texto, escolha de baixo/alto contraste, no mínimo
	Avançado	55. Fornecer dublagens pré-gravadas para todo o texto, incluindo menus e instaladores
		56. Evitar qualquer movimento ou eventos súbitos
		57. Permitir que todas as narrativas e instruções possam ser repetidas
		58. Usar <i>chat</i> baseado em símbolo (<i>smileys</i> etc.)
		59. Fornecer uma opção para desligar/ocultar todos os elementos não interativos
Visual	Básico	60. Garantir que não haja nenhuma informação essencial transmitida por cores apenas
		61. Se o jogo utiliza o campo de visão (<i>engine</i> 3D apenas), definir um padrão apropriado para o ambiente de visualização esperado
		62. Usar um tamanho de fonte padrão de fácil leitura
		63. Usar a formatação de texto simples e clara
		64. Fornecer alto contraste entre o texto e o fundo
		65. Certificar que elementos interativos/controles virtuais são grandes e bem espaçados, especialmente em telas pequenas ou sensíveis ao toque
	Intermediário	66. Se o jogo utiliza o campo de visão (<i>engine</i> 3D apenas), permitir um meio para que ele possa ser ajustado

Continua na próxima página

Tabela 2 – GAG – continuação da página anterior

Capacidade	Nível	Diretriz	
		67. Evitar (ou fornecer opção para desativar) qualquer diferença entre o movimento do controlador e o movimento da câmera, como arma/balanço do caminhar ou a suavização do mouse	
		68. Usar o som <i>surround</i>	
		69. Fornecer uma opção para desligar/esconder a animação de fundo	
		70. Garantir o apoio do leitor de tela para dispositivos móveis	
		71. Fornecer uma opção para ajustar o contraste	
		72. Certificar escolher som/música para objetos-chave / eventos são distintos um do outro	
		73. Fornecer uma escolha de cursor / conjunto de cores / design	
		74. Dar uma clara indicação de que elementos interativos são interativos	
		75. Assegurar que o manual / <i>site</i> são fornecidos em um formato amigável ao leitor de tela	
		76. Fornecer controles de volume separados ou mudos para efeitos, de fala e de música de fundo	
		77. Evitar colocar informações temporárias essenciais fora da linha do olho do jogador	
		78. Permitir interfaces redimensionáveis	
	Avançado	79. Permitir que o tamanho da fonte seja ajustado	
		80. Fornecer um mapa de áudio pingable, estilo sonar	
		81. Fornecer dublagens pré-gravadas para todo o texto, incluindo menus e instaladores	
		82. Fornecer um GPS sonoro	
		83. Permitir orientação fácil / movimento ao longo dos pontos cardeais	
		84. Certifique-se de que todas as ações chave possam ser realizadas por controles digitais (pad / chaves / ação de pressionar), com mais de uma entrada complexa (ex. discurso, gesto) não obrigatória, e incluir apenas como métodos de entrada suplementares/alternativas	
Auditiva	Básico	85. Garantir o apoio do leitor de tela, incluindo menus e instaladores	
		86. Use <i>design</i> de som / música distinta para todos os objetos e eventos	
		87. Simular a gravação binaural	
	Intermediário	88. Fornecer controles de volume separados ou mudos para efeitos, de expressão e fundo de música	
		89. Garantir que não haja informação essencial transmitida apenas por áudio, reforçar com texto / visual	
		90. Se quaisquer legendas forem fornecidas, utilize um tamanho de fonte padrão de fácil leitura, formatação de texto simples e clara e forneça alto contraste entre o texto e o fundo	
		91. Manter o ruído de fundo mínimo durante o discurso	
		92. Fornecer uma alternativa em texto para toda a fala (legendas)	
		93. Permitir alternativas em texto a serem exibidas antes de qualquer som reproduzido	
		94. Fornecer uma descrição em texto da narrativa / atmosfera significativa, com sons de fundo	
		95. Fornecer uma indicação visual de quem está falando	
		96. Possibilitar <i>chat</i> via voz e texto para jogos <i>multiplayer</i>	
		97. Fornecer meios visuais de comunicação no <i>multiplayer</i>	
		98. Permitir uma preferência para ser definida a jogabilidade <i>multiplayer</i> online, com ou sem outros que estão usando recursos de acessibilidade que poderiam dar uma vantagem competitiva	
		Continua na próxima página	

Tabela 2 – GAG – continuação da página anterior

Capacidade	Nível	Diretriz
Fala		99. Garantir que todas as informações suplementares importantes (ex: a direção que você está sendo filmado) veiculada por áudio são reproduzidas em texto / visuais
		100. Proporcionar uma alternância entre estéreo / mono
	Avançado	101. Certificar que as legendas são cortadas e apresentadas em uma frequência apropriada para a faixa etária alvo
		102. Fornecer cadastro
	Básico	103. Certificar que a entrada de fala não é necessária, e é incluída apenas como um método de entrada alternativa / complementar
	Intermediário	104. Permitir uma preferência para ser definida a jogabilidade <i>multiplayer</i> online, com ou sem outros que estão usando recursos de acessibilidade que poderiam dar uma vantagem competitiva
		105. Possibilitar <i>chat</i> via voz e texto para jogos <i>multiplayer</i>
		106. Fornecer meios visuais de comunicação no <i>multiplayer</i>
		107. Reconhecimento de fala, com base em palavras individuais, a partir de um pequeno vocabulário (ex. 'sim', 'não', 'abrir') em vez de longas frases ou palavras multi-sílabas
	Avançado	108. Basear o reconhecimento de fala em atingir um volume limite (por exemplo, 50%) em vez de palavras

Fonte: Adaptada de Lee (2010).

Tais diretrizes norteiam a composição de jogos adaptados às inúmeras dificuldades inerentes às pessoas com deficiência e mesmo aos idosos, que apresentam declínios em suas funções cognitivas e motoras. A seguir, é descrito o processo de desenvolvimento de jogos digitais acessíveis, considerado durante esta pesquisa.

3.5 Design Unificado

O processo de desenvolvimento denominado *Design Unificado*, que é o método, ainda hoje, indicado pelo *IGDA Game Accessibility Special Interest Group*⁶, originou-se a partir do desenvolvimento de jogos conduzidos no estudo promovido pelo *Human-Computer Interaction Laboratory of ICS-FORTH*, que propôs o conceito de “Jogos universalmente acessíveis”, ou *UA-Games*.

O conceito de *UA-Games* tem sido considerado como um modo de superar as limitações das abordagens de acessibilidade para jogos, promovendo uma abordagem técnica, para alcançar a acessibilidade em jogos digitais, sem comprometer a qualidade de interação.

Assim, por meio de *UA-Games*, busca-se unificar as experiências e necessidades distintas dos jogadores em um único jogo, de modo a produzir uma experiência próxima / similar aos diferentes perfis de jogadores.

⁶ <<https://igda-gasig.org/oer-unified-design-of-accessible-games/>>

Os jogos de computador interativos qualificados como *UA-Games* são aqueles que, segundo Grammenos, Savidis e Stephanidis (2005):

- Seguem os princípios do *Design for All* (CHAIRS *et al.*, 1998), sendo projetados de modo proativo para se ajustarem de maneira ideal e se adaptarem dinamicamente às diferentes características dos jogadores, sem a necessidade de ajustes adicionais, por meio de novos desenvolvimentos;
- Podem ser jogados concorrentemente entre pessoas com habilidades diferentes, idealmente também, enquanto compartilham do mesmo computador;
- Podem ser reproduzidos em várias plataformas de hardware e software e em ambientes de uso alternativos, utilizando os dispositivos atualmente disponíveis, ao mesmo tempo em que interagem adequadamente com complementos de Tecnologia Assistiva.

Baseado no trabalho de Savidis e Stephanidis (2004), o método *Design Unificado* segue uma abordagem passo a passo, no modelo *top-down*, começando com um processo de definição de tarefas abstratas de alto nível e eventualmente conduzindo à criação de um espaço de *design* complexo e estruturado, repleto de numerosos *designs* físicos entrelaçados.

Busca-se, primeiramente, projetar o espaço de jogo interativo em um nível abstrato, independente de representação, eliminando todas as referências ao nível físico de interação. Posteriormente, são analisados os detalhes de *design* de nível inferior, especializando-se incrementalmente em relação ao nível físico de interação, abordando características particulares do usuário. Para esse fim, cria-se uma abordagem de projeto capaz de representar um conjunto aberto de projetos físicos alternativos. Esse método reflete uma disciplina orientada a processos, enfatizando a definição de tarefa abstrata, com especialização física, polimórfica, incremental.

As etapas que compõem o método *Design Unificado* são representadas na Figura 7. São cinco etapas, descritas conforme a seguir:

1. **Projeto de jogo abstrato baseado em tarefas:** neste passo, decompõem-se as tarefas de alto nível, executadas pelas pessoas, em interação com o jogo em particular, sem se ater ao meio que utilizam. Considera-se o que fazem, em que atuam e o que precisam saber. A decomposição adota as propriedades originais da análise hierárquica de tarefas (JOHNSON; JOHNSON; SHOULS, 2001), para decomposição incremental até as ações de nível inferior. Nesse contexto, é essencial concentrar-se nas atividades e componentes básicos do jogo lógico, identificando seus atributos semânticos e regulamentos relevantes, independentemente da forma como podem ser fisicamente instanciados, para serem acessíveis ou utilizáveis a determinados grupos de usuários.
2. **Especialização polimórfica com alternativas de *design*:** nesta etapa, por sua vez, as tarefas abstratas, resultantes do passo anterior, são mapeadas para vários projetos físicos,

Figura 7 – Etapas do Design Unificado

Fonte: Grammenos, Savidis e Stephanidis (2009).

iterativos, alternativos, de baixo nível, atendendo aos atributos do usuário final. As barreiras de acessibilidade, que podem surgir em cada tarefa, quando executadas por um determinado grupo de usuários, são identificadas e métodos e modalidades de interação, alternativos, são selecionados.

3. **Análise de adequação para as alternativas de projeto:** considerando o mapeamento das alternativas de projetos físicos, uma matriz é construída, correlacionando-as a cada atributo de usuário. Enquanto as linhas da matriz representam os atributos distintos do usuário, as colunas apresentam *designs* interativos alternativos. Cada célula da matriz é preenchida, considerando sua adequação, através do conhecimento prévio ou questionando especialistas do domínio e/ou representantes dos grupos dos usuários.
4. **Análise de compatibilidade entre alternativas de design:** quando projetos interativos alternativos são verificados, é essencial identificar e evitar os casos em que duas ou

mais alternativas, mutuamente incompatíveis, coexistem. Para isso, várias matrizes de compatibilidade relacionadas precisam ser planejadas. Uma matriz de compatibilidade tem, como linhas e colunas, todos os projetos interativos alternativos que podem estar potencialmente ativos, simultaneamente, em um determinado ponto no tempo. Se dois projetos são compatíveis, então a célula correspondente é preenchida com um símbolo de positivo, senão com um de negativo.

5. **Avaliação de prototipagem, usabilidade e acessibilidade:** assim que uma versão “estável”, ou parte, do projeto do jogo estiver consolidada, protótipos eletrônicos, indicativos do jogo, podem ser desenvolvidos, mostrando as propriedades interativas alternativas de sua interface de usuário, para os diferentes grupos de usuários finais.

Os resultados da etapa 5 podem ajudar consideravelmente na validação, correção e atualização das decisões de *design*, bem como no desenvolvimento de novas ideias para melhorar a acessibilidade e a jogabilidade do jogo final. Quando a especificação do projeto é considerada “madura”, pode ser propagada para a fase de desenvolvimento. Conforme as partes do jogo e suas funcionalidades estão sendo desenvolvidas, é altamente desejável realizar testes de usabilidade e acessibilidade regulares.

Diante dos benefícios de jogos digitais, que vão além da diversão, a denominação de jogos sérios é atrelada a uma grande variedade de possibilidades, voltadas principalmente à educação e à saúde.

3.6 *Serious Games*

Antes do termo “*Serious Games*” se tornar conhecido, outros termos foram considerados para se referir à utilização de jogos no contexto de educação, como “*edutainment*”, neologismo formado pela junção das palavras em inglês “*education*” e “*entertainment*”. Apenas em 2002, com a *Serious Games Initiative*, fundada pelo *Woodrow Wilson Center for International Scholars*, nos Estados Unidos, o termo passou a se fortalecer, a partir de eventos focados na discussão sobre o uso de jogos na educação em geral.

Em 2005, Zyda (2005) revisou a definição, adicionando conceitos de jogos para computador e ferramentas para treinamento em múltiplos ambientes, e em diferentes domínios de conhecimento, conforme observado: educação (FREITAS, 2018) e saúde (GRAAFLAND; SCHIJVEN, 2018). Somado a isso, “*Applied Games*” é um novo termo empregado na literatura e pode ser considerado uma evolução de *Serious Games* (SCHMIDT; EMMERICH; SCHMIDT, 2015).

De modo geral, a expressão “*Serious Games*” é adotada com o significado de que os jogos dessa categoria possuem uma motivação educativa explícita, cuidadosamente pensada, e não se destinam a ser jogados exclusivamente para diversão ou entretenimento. No entanto,

essa interpretação não significa que *Serious Games* não sejam, ou não devam ser, divertidos; ao contrário, a ideia é de que *Serious Games* também possuam elementos criativos e agradáveis, como seus componentes.

Os *Serious Games* são projetados para terem um impacto no público-alvo, que está além do entretenimento somente (GEE, 2003; GREITZER; KUCAR; HUSTON, 2007; MICHAEL; CHEN, 2006). Um dos domínios de aplicação mais importantes é o da educação, dado seu potencial reconhecido frente à contínua necessidade de aprimoramento das técnicas e atualização de recursos educacionais (FREDERIK; PETER; LOOY, 2010).

Outra iniciativa para uso dos *Serious Games* é na adoção pelo público idoso. Esse público representa uma comunidade de potenciais usuários que podem se beneficiar muito de jogos digitais. Argumenta-se que, por meio de jogos digitais, é possível amenizar o declínio de alguns dos aspectos inerentes ao envelhecimento, tais como: aspectos motores, perceptivos, cognitivos e psicossociais (CHEN; HUANG; CHIANG, 2012).

Em uma pesquisa sobre diferentes momentos e situações clínicas dos idosos, os estudos de Gonçalves (2012) revelaram que *Serious Games* têm se mostrado muito importantes para manter e desenvolver as competências cognitivas e sociais dos idosos. Na literatura especializada, estudos apontam que *Serious Games* para idosos podem ser uma opção para melhorar os danos das funções cognitivas (TORRES, 2011) e motoras (WIEMEYER; KLIEM, 2011), a manutenção da autoimagem e o convívio social (afetividade e solidão) (JUNG *et al.*, 2009).

Segundo Valladares-Rodríguez *et al.* (2016), uma área bastante promissora para aplicação de *Serious Games*, voltados para o público idoso, é a avaliação neuropsicológica, que consiste em uma investigação minuciosa das funções cognitivas, sensoriais, motoras, emocionais e sociais da pessoa, com o intuito de se identificar algum comprometimento funcional neurológico, bem como as áreas preservadas.

Podem também proporcionar outros benefícios, inerentes aos testes cognitivos computacionais (ESPELAND *et al.*, 2013): melhorar a padronização da administração de testes; prover fontes mais ricas de dados sobre medidas de desempenho, como tempo de resposta, latência e variabilidade; capacitar a avaliação de um maior número de domínios; aumentar a sensibilidade; reduzir vieses culturais; aumentar a consistência entre os grupos clínicos; aumentar a eficiência e controle de qualidade para o gerenciamento de dados; ser menos estressante e fornecer maior senso de domínio e controle aos participantes.

Com base nesses trabalhos, a adoção de *Serious Games* nesta pesquisa se justificou pelo seu potencial em oferecer apoio ao processo de avaliação cognitiva dos idosos. Na próxima seção, são descritos os trabalhos que foram estudados, sobre a atividade de avaliação cognitiva, que tem sido realizada por profissionais da área de saúde dos idosos.

3.7 Avaliação cognitiva e as baterias de teste cognitivo

Na avaliação cognitiva global, a grande maioria dos estudos utilizam escalas de rastreamento breves, como por exemplo o Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (CANEVELLI; CESARI; KAN, 2015). O MEEM é um instrumento de rastreamento (verificação) amplamente utilizado, que apresenta escore que varia de 0 a 30, e avalia orientação temporal e espacial, memória (fixação e evocação), linguagem, atenção e cálculo (FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975). Diversos estudos de validação para determinar suas qualidades psicométricas foram realizados no Brasil, em diferentes populações (BRUCKI *et al.*, 2003; CASTRO-COSTA *et al.*, 2008).

Outros instrumentos para avaliação de desempenho cognitivo, que foram reportados na literatura, especialmente para uso da população brasileira, são os seguintes:

1. *Lista de figuras da Bateria breve de rastreio cognitivo (BBRC)*: utiliza figuras para avaliação de memória. Este teste consiste nas seguintes etapas: nomeação, memória incidental, memória imediata, aprendizagem, memória tardia e reconhecimento; é usado com boa acurácia em populações com altos índices de analfabetos ou baixa escolaridade (NITRINI *et al.*, 2004; NITRINI *et al.*, 1994);
2. *Teste de extensão de dígitos (ordem inversa e direta) da Wechsler Memory Scale revised*: constituído por sete pares de sequências numéricas, com diferentes quantidades de dígitos, o teste é aplicado na sequência direta e inversa, sendo que durante a aplicação direta, as sequências têm de 3 a 9 números e, na inversa, de 2 a 8 números (CARONE, 2007; DICKSON, 1986). O teste termina após erro de duas sequências consecutivas, sendo registrada a quantidade máxima de números repetidos, sem erro, para cada versão;
3. *Teste do Desenho do Relógio (TDR)*: é comumente empregado na investigação da presença de comprometimento de algumas habilidades cognitivas, como funções visuoespaciais, representação simbólica e grafomotora, memória semântica e funções executivas. A pontuação consiste em uma escala que varia de 0 (relógio totalmente incorreto ou inexistente) a 10 pontos (relógio totalmente correto). O teste encontra-se validado na população brasileira (APRAHAMIAN *et al.*, 2010; FUZIKAWA *et al.*, 2003);
4. *Teste de fluência verbal semântica*: avalia diferentes domínios cognitivos, como linguagem, memória semântica e função executiva. O examinador pede ao sujeito que fale o maior número possível de animais, no período de um minuto. A avaliação dependerá do grau de escolaridade do participante: a nota de corte para indivíduos com até oito anos de escolaridade é 9, e para indivíduos com mais de 8 anos de escolaridade, a nota de corte é 13 (BRUCKI; ROCHA, 2004);
5. *Lista de palavras do CERAD*: uma lista de palavras é apresentada para o sujeito e ao final de cada apresentação, deve-se recordar o maior número de palavras possível. O

procedimento é repetido por três vezes. Após um período de tempo, o examinado será solicitado a evocar as palavras e, em seguida, reconhecer as mesmas, em uma lista de 20 palavras (BERTOLUCCI *et al.*, 2001; MOMS *et al.*, 1989);

6. *Figuras geométricas do CERAD*: é um subteste da bateria do CERAD (BERTOLUCCI *et al.*, 2001; MOMS *et al.*, 1989), no qual é solicitado ao paciente desenhar uma cópia de quatro figuras geométricas simples (ROSEN; MOHS; DAVIS, 1984);
7. *Subtestes de semelhanças CAMDEX*: constituído de quatro perguntas para avaliar a capacidade de abstração dos participantes, a partir da semelhança entre duas coisas ou objetos. Por exemplo: o que tem em comum uma maçã e uma banana? (ROTH *et al.*, 1988);
8. *Reconhecimento de emoções faciais (REF)*: pode ser feito pelo *Penn Emotion Recognition Test*, no qual fotografias de expressões faciais são apresentadas, com as seguintes emoções básicas: alegria, tristeza, raiva, medo e nojo, e faces/rostos sem emoção (neutro) (KOHLENER *et al.*, 2004).

A categorização dos instrumentos estudados, separados por domínios neurocognitivos, segundo o *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) (ASSOCIATION *et al.*, 2013), está sumarizada no **Quadro 1**.

Quadro 1 – Instrumentos neuropsicológicos separados por domínio neurocognitivo

<p>Aprendizado e memória</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lista de figuras da BBRC (1.) - Lista de palavras do CERAD (5.) <p>Linguagem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fluência verbal semântica (5.) - Itens de linguagem do Mini-Mental <p>Funcionamento executivo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fluência verbal semântica (4.) - Teste de desenho do relógio (3.) - Subteste semelhanças do CAMDEX (7.) 	<p>Percepção motora (visuoespacial)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teste de desenho do relógio (3.) - Figuras do CERAD (6.) <p>Atenção</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dígitos diretos e inversos (2.) <p>Cognição social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento emoções faciais (8.)
--	--

Fonte: Adaptada de Association *et al.* (2013).

Ao considerar a utilização de *Serious Games* por idosos e dos vários benefícios que esses usuários podem usufruir, dentre eles a avaliação cognitiva, torna-se primordial reduzir as barreiras de acesso que a tecnologia digital pode trazer. Essas barreiras de acesso correspondem aos possíveis aspectos relacionados aos declínios naturais, que dificultam a interação desse público idoso, com aplicações muito dinâmicas, como comumente ocorre nos sistemas interativos de jogos digitais.

Assim, é fundamental respeitar o conceito de acessibilidade, inerente a um dos principais atributos de qualidade em IHC (Interação Humano-Computador), relativo também à usabilidade de sistemas interativos.

3.8 Considerações finais

Neste capítulo, foram vistos os tópicos e conceitos principais para a realização da pesquisa deste doutorado, que tem em seu cerne a relação entre acessibilidade e usabilidade, no contexto digital, especialmente em jogos para idosos.

A acessibilidade vem ganhando forças, graças às políticas públicas, que culminam em leis e influenciam o assunto diante do campo da pesquisa e da prática de mercado, favorecendo os indivíduos com as mais diversas necessidades, quanto ao acesso à informação, negócio, saúde e lazer.

O caráter estável de aplicações web, em sua maioria, provê particularidades que aplicações mais dinâmicas não detém. Dessa maneira, considerar também a propriedade altamente dinâmica de jogos digitais, e sabendo das inúmeras possibilidades de benefício que podem agregar às pessoas, que por muitas vezes são excluídas durante a concepção dessas aplicações, justifica a especialização da pesquisa, envolvendo os *Serious Games* voltados a idosos.

O PÚBLICO IDOSO E O AMBIENTE DIGITAL

O estudo envolvendo o usuário idoso requer um conhecimento específico, que por muitas vezes é ignorado pelo mercado de desenvolvimento de software e pela comunidade científica, porém é visível o aumento de pesquisas relacionadas nos últimos anos, devido à importância que este público vem tomando na composição populacional.

Assim, a fim de buscar um maior aprofundamento no contexto bastante heterogêneo que o público representa, a pesquisa avançou através de entrevistas semiestruturadas, com 114 pessoas, sendo elas idosos ou familiares, além de 24 indivíduos que exercem funções relativas e próximas aos idosos, somadas ao estudo da literatura.

4.1 Entrevistas

Embora existam pesquisas que busquem os efeitos positivos dos jogos digitais no bem-estar dos idosos, as características desses jogadores são raramente exploradas, assim, como objetivo deste estudo, propôs-se descobrir as percepções e experiências dos idosos sobre jogos e mapear as dificuldades que eles enfrentam.

Para tanto, fez-se uso da entrevista semiestruturada, como técnica de coleta de dados, a fim de promover questões abertas e fechadas que melhor alinhassem ao objetivo proposto. Essa escolha se deve ao fato de o público em estudo ser bastante específico, não raro apresentando características que inviabilizariam outra técnica, como questões relativas à baixa visão, analfabetismo e também, por proporcionar uma interação maior entre o entrevistador e o entrevistado, favorecendo respostas espontâneas (BONI; QUARESMA, 2005).

Objetivando uma pesquisa “exploratória”, o uso de entrevistas se justifica, pois representam um método útil para quando se quer saber a história por trás das respostas que receberia em uma pesquisa por escrito (BLACKSTONE *et al.*, 2018). Em sua condução, inevitavelmente novas perguntas emergem, pois cada pessoa representa uma história, e cada história é única.

Esse modelo de entrevista colabora muito na investigação dos aspectos afetivos e valora-

tivos dos entrevistados, que determinam significados pessoais de suas atitudes e comportamentos, o que exprime exatamente a necessidade aqui presente, em se aprofundar no universo do público objeto da pesquisa. As respostas espontâneas e a maior liberdade que têm, podem fazer surgir questões inesperadas, que certamente são de grande valia para uma pesquisa exploratória.

Ao realizar as entrevistas, foram utilizadas as diretrizes recomendadas por [King e Horrocks \(2010\)](#). As diretrizes consideram maneiras de preparar e conduzir uma entrevista qualitativa e enfatizam a importância de questões como localização, apresentação do projeto e como relatar os resultados.

Considerando a possibilidade de intimidação dos entrevistados ao utilizar um gravador digital, preferiu-se fazer a transcrição das entrevistas conforme fossem sendo realizadas. Porém, buscando não haver incômodo ao parar a comunicação para se tomar nota, as entrevistas foram realizadas sempre em duas pessoas, sendo que uma delas tinha como tarefa a transcrição em tempo real, dos pontos que fossem mais relevantes ao cerne da pesquisa.

Ao final de cada dia em campo, o conteúdo transcrito era inserido em planilha e, para cada uma dessas entrevistas, foi retirado o tópico mais importante relacionado ao aprendizado, a fim de somar e se confirmar os achados dos resultados obtidos no outro dia, conduzindo ao aprofundamento do contexto por parte do pesquisador.

Todas as entrevistas foram situadas em ambientes que melhor se adequassem à realidade do entrevistado, considerando sua privacidade e bem-estar. Exemplos de locais, foram: salas em universidades ou em centro de cuidados com idosos; ambiente externo, como praças com pouca movimentação e barulho e; residências dos idosos, em cômodos sem a presença de familiares que pudessem constranger o entrevistado.

Além do público idoso, buscou-se compreender ainda mais o universo inserido, considerando adultos acima de 50 anos, pesquisadores da área, médicos, cuidadores e familiares que relataram a vivência com seus pais, avós e a rotina diária de cada um deles, quanto à preocupação com a qualidade de vida e meios para obtê-la.

Durante o período desta pesquisa, verificou-se que uma parte dos idosos (principalmente aqueles com mais de 75 anos) ficava constrangida, assim que as palavras “tecnologia” e “pesquisa” eram mencionadas. Assim, uma abordagem de aproximação foi proposta no início de cada entrevista, buscando apresentar o projeto de modo a enaltecer os possíveis ganhos e a importância do entrevistado para o êxito do projeto, que promove a qualidade de vida dos idosos.

As entrevistas foram realizadas, pessoalmente, com 114 pessoas, de 50 a 90 anos de idade, em 2017, viabilizando um número amostral considerável para se chegar a resultados confiáveis de identificação de padrões de comportamento, que caracterizassem, de maneira ampla, a população aqui estudada.

Ademais, a pesquisa também considerou 24 entrevistas com profissionais envolvidos com a população idosa, fossem médicos, enfermeiros, cuidadores, pesquisadores, etc. Tal associação,

do público idoso e profissionais ao seu entorno, contribuiu significativamente para a compreensão do comportamento e necessidades especiais advindas, naturalmente, pelo envelhecimento.

Com relação ao resultado das entrevistas, realizou-se uma análise quali-quantitativa, a partir dos questionários apresentados no [Apêndice A](#), os quais foram tidos apenas como guias, ou seja, uma lista de tópicos ou questões que o entrevistador espera abordar durante o curso de uma entrevista. É chamado de guia porque é simplesmente isso, e é usado para guiar o entrevistador, não sendo, necessariamente, definitivo ([BLACKSTONE et al., 2018](#)).

Com relação ao estudo quantitativo, objetivou-se qualificar a faixa etária que mais compreende a inserção digital, seja pelo uso de computadores, *smartphones* ou *tablets*, bem como o gênero dos participantes, o papel fundamental dos influenciadores e colaboradores familiares para suporte ao uso de tecnologias, o interesse por jogos digitais de treinamento cognitivo e a experiência dos participantes em jogos digitais.

No que concerne à análise qualitativa, os principais objetivos foram adquirir dados úteis para mapear as necessidades dos idosos em relação ao *design* dos jogos, a facilidade de uso dos dispositivos, os jogos de interesse, o papel de recomendadores na inserção digital desse público e a preocupação com a qualidade de vida, especificamente ao considerar atividades que promovem desafios para manter a mente ativa.

Também foram investigadas as barreiras que envolvem a inibição deste público para sua inserção digital ou, quando inserido, razões que promovem o interesse ou não por jogos digitais. Os dados coletados foram estudados, analisados e compilados usando o método de codificação ([BLACKSTONE et al., 2018](#)), que consiste na identificação de padrões e temas através da observação das transcrições, lendo e relendo seu conteúdo e detectando códigos. Um código é uma representação abreviada de um conjunto mais complexo de questões ou ideias.

4.1.1 Preparação dos resultados das entrevistas

Transcrever entrevistas é geralmente o primeiro passo para analisar dados qualitativos ([BLACKSTONE et al., 2018](#)). Aqui não foi diferente, durante a condução, compôs-se uma equipe de dois entrevistadores, os quais tinham como papel torná-la a mais agradável possível e, ao mesmo tempo, coletar o resultado de modo fiel, transcrevendo-a em tempo de execução e compondo anotações sobre o contexto não verbal da entrevista, resultante da observação do comportamento do entrevistado.

Os dados quantitativos foram organizados em planilhas e classificados de acordo com o gênero e as faixas etárias definidas anteriormente neste estudo. Com relação aos resultados qualitativos, os dados coletados foram também organizados em planilhas e analisados, através do método de codificação ([BLACKSTONE et al., 2018](#)).

4.1.2 Resultados quantitativos das entrevistas

A Figura 8 representa o conjunto de indivíduos entrevistados, na qual pode-se observar que, dos 114 participantes, com idade de 50 a 90 anos, 60% foram mulheres e a maioria dos entrevistados estavam entre 50 a 60 anos. Uma vez que a pesquisa aqui inserida considera a preocupação com o processo de envelhecimento, essa faixa etária também é bastante importante, por preceder a idade da definição legal de idoso no Brasil (60 anos) (BRASIL, 2003).

Figura 8 – Gráfico relativo à população entrevistada, considerando gênero e faixa etária

Fonte: Elaborada pelo autor.

Já, pela Figura 9, verifica-se a disposição dos indivíduos incluídos digitalmente, a partir de sua faixa etária e o gênero. Dessa análise, verifica-se que a disposição de inserção digital está bastante presente entre a população entre 50 a 70 anos, diminuindo drasticamente após esta faixa.

Isso, em grande parte, deve-se a essa população estar notadamente incluída em um segmento que experimentou a era da informática ainda em seu ambiente de trabalho ou, para os mais antigos, estarem no grupo denominado *baby boomers*, que consiste nos nascidos após o fim da Segunda Guerra Mundial, 1945 a 1960. Essa geração tem como característica uma grande preocupação com sua qualidade de vida e, acima de tudo, com a valorização da sua autonomia.

Também é interessante observar as outras características observadas e demonstradas pela Figura 10. Dos já inseridos digitalmente, ou seja, dos que utilizam computador, *tablet* ou *smartphone*, quase 80% têm na família incentivadores e pessoas que ajudam e ensinam quando há dificuldade em alguma aplicação ou manuseio do dispositivo. Também cerca de 45% deles já

Figura 9 – Gráfico relativo à proporção de indivíduos incluídos digitalmente, por gênero e faixa etária

Fonte: Elaborada pelo autor.

tiveram alguma experiência com jogos digitais, seja no computador ou em algum dos dispositivos móveis, enquanto 58% demonstraram interesse em aprender a jogar.

Outra observação relativamente importante é a predominância feminina, na faixa de 71 a 75 anos, incluídas digitalmente, quando comparada ao público masculino. De fato, verificou-se também uma população maior de mulheres nos cursos de dispositivos móveis nas unidades de Universidade Aberta da Terceira Idade visitadas, UNIFESP e USP, induzindo ao pensamento que as mulheres tendem a se manterem mais atualizadas, referente ao aprendizado digital, quando na terceira idade.

Alguns fatores são fundamentais para esse entendimento e puderam ser verificados durante as entrevistas, como a significativa vontade das idosas em se manterem em contato com seus familiares, através das mídias sociais, o que compreende uma questão cultural, que consiste na ligação maior da mulher com a família, principalmente por nessa faixa etária, muitas delas terem exercido tarefas dirigidas à família, quando na juventude.

4.1.3 Resultados qualitativos das entrevistas

O objetivo da pesquisa qualitativa realizada neste estudo concentra-se no *design* de jogos, da perspectiva do idoso, no sentido de examinar qual temática os agrada mais, quais problemas enfrentam, por que muitas vezes não utilizam jogos digitais e como reagem à possibilidade de existirem jogos que foquem no treinamento cognitivo e sejam desenvolvidos, tendo como usuário

Figura 10 – Gráfico relativo às demais características coletadas, porém considerando apenas o público inserido digitalmente

Fonte: Elaborada pelo autor.

final, o idoso. As perguntas são abertas e todas as entrevistas foram realizadas conversando, frente a frente com os participantes.

Os idosos que jogam estão interessados principalmente em jogos simples e que tenham apenas um controle de interação, especialmente aqueles que lembram os tempos não digitais. Alguns dos jogos citados nas entrevistas foram: bilhar, bingo, caça palavras, dama, dominó, jogo de corrida, jogo de memória, jogos de tabuleiro, paciência, palavras cruzadas, quebra cabeça, snake, sudoku e xadrez. Entende-se aqui, por jogos simples, não necessariamente jogos fáceis, mas jogos que não são muito complicados de se jogar.

A grande maioria citou jogos que detenham um nível adequado de desafio e que considerem questões relativas ao idoso, como fontes maiores, tempo maior de resposta para uma ação, seja por questões cognitivas, ou por questões relativas às habilidades motoras.

O papel incentivador dos familiares e cuidadores de idosos é fundamental na prática diária de jogos para os idosos mais seniores, uma vez que podem ensiná-los e acompanhá-los, já que nesse público há bastante incidência de esquecimento de como jogar e por isso abandonam o uso.

Dos idosos que não estão inseridos digitalmente, muitos se justificaram por não terem vivenciado a tecnologia, quando mais jovens, e não encontrarem nela, nos dias atuais, uma

necessidade que compense o trabalho de aprendizado. É bastante relevante notar que neste contexto, foi observado também uma parcela muito comum de idosos, acima de 70 anos, totalmente analfabetos, o que relativamente deve ser considerado durante o *design* de jogos, conduzindo a uma experiência específica em operações não verbais.

Também observou-se uma certa frustração por parte dos idosos, quando em utilização de tecnologia. Grande parcela se culpa quando ocorre algo inesperado durante o uso, promovendo certa repulsa ao uso de dispositivos digitais. É importante salientar que esse problema pode ser visto não como dificuldade do idoso em manusear dispositivos digitais, mas sim por esses dispositivos não serem preparados especificamente para o uso, por esse público. Cabe aqui ressaltar tanto em nível de hardware como de software.

A dificuldade no aprendizado de novos conteúdos também se mostrou marcante no diálogo com os idosos e classificaram essa como uma das justificativas que inibem a inserção digital, mesmo havendo interesse por parte deles. A rotina bastante definida dos idosos também se mostrou proeminente, o que favorece a visão de que as pessoas, a sua volta, devem contribuir para retirá-los da inércia, referente às atividades diárias.

Também é importante evidenciar a disparidade quanto ao nível econômico dos entrevistados, pois foi considerado fator diferencial. Quando em visitas às unidades da Universidade Aberta da Terceira Idade, encontrou-se um público de maior poder aquisitivo e com maior nível de escolaridade do que comparado aos espaços municipais voltados ao público idoso e, nos indivíduos com maior escolaridade e poder aquisitivo, grande parte dos que ainda não utilizavam dispositivos digitais, estavam buscando aprender.

Com relação aos jogos digitais, verificou-se um preconceito bastante proeminente por parte dos idosos acima de 60 anos. Muitos se pautam em jogos violentos e no uso excessivo pelos mais jovens de sua família, como características gerais que indignificam os jogos digitais, promovendo certa rispidez ao responderem sobre suas experiências e justificando sua aversão a eles.

Ao serem apresentados à possibilidade de existirem jogos que trabalhem o cognitivo e sejam preparados para o jogador idoso, muitos se posicionaram com entusiasmo e se mostraram preocupados em exercer tarefas que trabalhem o cognitivo, principalmente por vivenciarem casos de declínios e doenças psíquicas familiares.

No âmbito de jogos gratuitos ou pagos, a grande maioria relatou o uso por jogos gratuitos, porém reclamaram das propagandas, que muitas vezes aparecem, prejudicando a jogabilidade, seja por competirem por espaço na tela com o jogo, ou por alocarem, obrigatoriamente, um período de tempo para assistir a um vídeo promocional. Nesse quesito, os que aceitam pagar, demonstraram certo receio em compras na internet, principalmente pelo uso de dados sensíveis, como número de cartão de crédito.

Outro ponto relevante levantado é o papel fundamental da recomendação por alguém

experiente, profissional da saúde, colega da mesma faixa etária ou familiar, para a utilização de aplicativos que tenham principalmente um fator benéfico envolvido, como o que aqui é pleiteado, de qualidade de vida. Ao verem que outros idosos, da mesma idade ou mais seniores, estão aprendendo algo novo, esses tornam-se exemplos e criam a expectativa de que também conseguem aprender.

Dos dispositivos aqui estudados, o uso do *touchscreen*, em telas grandes, mostrou-se desejável por aqueles que buscam aprender a jogar, fortalecendo a escolha dos *tablets*, para promoção da inserção digital a esse público.

4.1.4 Entrevistas com profissionais

Com relação aos profissionais abordados, que compõem o universo do idoso, representados por cuidadores, médicos, enfermeiros, empresários no ramo ou pesquisadores, alguns itens importantes emergiram das conversas guiadas, os quais são aqui descritos.

O público idoso reage de maneira adversa quando se sente testado e é muito importante que os dispositivos e aplicações sejam pensadas originalmente para eles, pois a dificuldade de uso faz-os abandonarem a aplicação facilmente, promovendo um sentimento de culpa pelo erro.

O uso de aplicações no dia a dia dos idosos, principalmente em situações que inviabilizam outros meios para exercício mental, é de suma importância. Alguns terapeutas relataram que quando um idoso é acometido de alguma doença ou queda, obrigando-o a permanecer internado por período médio de tempo, ao retornarem, os declínios cognitivos são abruptos.

Também relataram a dificuldade que têm no relacionamento entre médico, terapeuta e familiar. Tal situação compromete planejamentos focados na saúde do idoso.

De fato, existe o interesse do idoso em se inserir no meio digital, entretanto a partir dos 70 anos, torna-se difícil observar idosos que estejam inseridos e há uma disparidade entre gêneros, pois por a mulher ter mais habilidades sociais, ela apresenta maior interesse e facilidade em aprender a usar dispositivos móveis.

Para apresentar algo novo ao idoso é preciso antes conscientizá-lo, mostrar a importância de ele utilizar, para que haja uma maior aceitação. Gostam da presença de alguém para os auxiliar no aprendizado. Por terem, em sua vida inteira, vivenciado o modo passivo de ensino, do mesmo modo deve ser feita a apresentação de algo novo.

Para aplicações que prometem benefícios à saúde, os idosos verificam se existe alguma validação que embase as afirmações ou o nome de alguma instituição reconhecida, recomendando ou promovendo o estudo.

Utilizar de recursos digitais, para testes cognitivos, pode melhorar o resultado dos testes e torná-los menos cansativos para o idoso, promovendo resultados menos enviesados pelo observador.

4.2 Considerações finais

Neste estudo abrangente sobre os idosos, buscou-se vivenciar o dia a dia desse público bastante heterogêneo, no sentido de compreender suas necessidades, suas vontades e fatores motivacionais que possam proporcionar a busca por novos aprendizados.

Somando entrevistas com idosos, parentes, profissionais de saúde, pesquisadores e estudos científicos, evidenciou-se muitas especificidades que esse público requer, diante da temática de inserção digital e utilização de jogos digitais.

Verificou-se, por exemplo, que a recomendação por uma pessoa próxima ou que represente um papel em que o idoso confie, é essencial para conduzi-los a uma nova atividade e que, as interfaces das aplicações precisam ser pensadas pelas necessidades que esse público requer.

TESTE COGNITIVO DIGITAL

A utilização de jogos digitais para avaliação das habilidades cognitivas vem sendo estudada recentemente nos campos de pesquisa e existe uma grande expectativa de que eles possam, não só promover testes mais rápidos, efetivos, como também mais baratos do que os testes habituais. A aplicação repetitiva de um teste realizado em papel é tediosa e não pode ser autoadministrada, exigindo assim um envolvimento significativo de pessoas da área de saúde.

Neste capítulo, são abordados os trabalhos relacionados e o planejamento do teste cognitivo digital, diante de tarefas de avaliação de domínio presentes nos testes das baterias tradicionais, os dados coletados durante a interação e a interface de apresentação desses dados.

5.1 Trabalhos relacionados

Segundo [Grozniak e Sadikov \(2019\)](#), alguns testes tradicionais, como o “Mini Exame do Estado Mental” (MEEM), não são sensíveis o bastante para identificar um mínimo comprometimento cognitivo e afirmam ser muito importante diagnosticar esses indivíduos o mais cedo possível para que possam realizar o tratamento direcionado e o treinamento cognitivo, amenizando a progressão do comprometimento.

Para [Boletsis \(2016\)](#), a utilização de *Serious Games* na avaliação cognitiva pode ser uma alternativa aos testes tradicionais, em papel e computadorizados, motivando e envolvendo o usuário a executar, regularmente, tarefas de verificação cognitiva. Assim, dados oportunos, relacionados à cognição, são fornecidos e o reconhecimento de algum declínio torna-se possível, promovendo a detecção precoce do comprometimento cognitivo e o encaminhamento para uma avaliação formal mais abrangente.

Alguns dos principais benefícios do modelo digital, frente ao tradicional, em papel, são: (a) aumento substancial da possibilidade de variação dos testes, e com isso, a oportunidade de intervenções contínuas, sem vieses representados pela repetição da mesma tarefa, (b) armazenamento em mídias digitais ou em rede de computadores, facilitando a recuperação e a análise, (c)

coleta de dados em tempo de interação, sem o viés do avaliador, (d) aumento das variáveis de dados coletados, contribuindo com resultados de avaliação mais sensíveis a pequenas variações e (e) possibilidade de testes autoadministrados, promovendo um baixo custo de aplicação, por independer de deslocamento para laboratórios especializados.

Valladares-Rodriguez *et al.* (2018) apresentaram uma bateria de *Serious Games* destinada à avaliação de comprometimento cognitivo leve e Alzheimer, denominado “Panoramix”. Ela avalia memória, funções executivas, atenção e percepção, com um conjunto de seis jogos que se baseiam, principalmente, em testes psicológicos clássicos.

A **atenção** é avaliada por um jogo inspirado no popular jogo de Simon¹, em que o jogador tem que repetir uma sequência de cores. A **memória semântica** é experimentada por uma versão adaptada do teste Pirâmides e Palmeiras (HOWARD; PATTERSON, 1992) e a **memória de trabalho** é analisada pela versão gamificada do teste clássico de Cubos de Corsi (KAPLAN; WECHSLER, 1991), em que uma sequência de cubos apresentada deve ser repetida em ordem inversa pelo jogador.

Além disso, o **sistema processual**, instrumental para as atividades da vida cotidiana, por meio do controle das rotinas de pensamento e ação, é avaliado por um jogo baseado no teste *Pursuit Rotor Task* (STATISTICS, 2012). Em seguida, a **percepção visual** (a capacidade de reconhecer visualmente diferentes elementos e atribuir significado a eles) tem a avaliação representada por um jogo em que formas, cores, sentimentos e expressões precisam ser reconhecidas pelo jogador.

Para averiguar a **memória episódica**, o jogo desenvolvido é baseado no *California Verbal Test* (DELIS *et al.*, 1987).

A bateria do “Panoramix” foi testada em um estudo de caso formado por um grupo de 16 indivíduos, sendo metade deles representando o grupo controle, com indivíduos sem nenhum deficit cognitivo, de mesma idade, somado a outro grupo, de três indivíduos, com comprometimento cognitivo leve, e cinco indivíduos com Alzheimer.

Todos os participantes jogaram os seis jogos, que formam o “Panoramix”, e vários recursos foram medidos e calculados. Por exemplo: número de suposições, omissões, erros, tempo gasto, etc. Esses recursos foram usados como entrada para vários algoritmos de aprendizado de máquina, que tentavam classificar o indivíduo em duas classes: cognição normal ou prejudicada.

No estudo com o “Panoramix”, os autores observaram uma boa correlação com os testes cognitivos tradicionais, principalmente com relação ao jogo que avalia a memória episódica, apoiando a perspectiva de que jogos têm o potencial de serem usados em substituição aos testes tradicionais, em papel.

Não obstante ao desafio de promover a adoção de *Serious Games*, para desenvolver um

¹ <[https://en.wikipedia.org/wiki/Simon_\(game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Simon_(game))>

teste cognitivo digital, nesta tese é arbitrado o público idoso como sendo o principal utilizador desse teste, trazendo questões prioritárias no processo de *design*, para promover uma experiência de usuário mais adequada.

Outra questão relevante que o diferencia de alguns testes cognitivos computadorizados presentes na literatura, é que ele foi baseado em baterias de testes cognitivos validadas no Brasil, em português, o que representa grande impacto, uma vez que diferenças culturais, geográficas e outras devem ser consideradas (ZORLUOGLU *et al.*, 2015).

O planejamento do teste cognitivo digital, aqui desenvolvido, é delineado a seguir.

5.2 Planejamento

Na bateria de testes cognitivos aqui desenvolvida, apuraram-se nove aspectos, que serviram para analisar uma possível correlação, que demonstrasse a portabilidade da avaliação convencional (em papel), para o meio digital, sem que houvesse uma alteração significativa no contexto. Os aspectos são aqui enumerados:

1. Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata;
2. Praxia;
3. Abstração;
4. Memória Tardia;
5. Teste de Extensão de Dígitos (Direto);
6. Teste de Extensão de Dígitos (Inverso);
7. Atenção;
8. Teste de Fluência Verbal;
9. Reconhecimento Facial.

O estudo, para identificar e projetar a interface mais adequada ao público idoso, considerou questões de acessibilidade desde seu planejamento, por meio do processo de *Design Unificado* (Seção 3.5) e pesquisas sobre como avaliar a acessibilidade em jogos digitais, especialmente para esse público (FORTES *et al.*, 2017; SALGADO *et al.*, 2017).

O uso do *Design Unificado* foi preponderante, com o apoio de especialistas, como pesquisadores e médico, colaborando e avaliando as tarefas que os idosos deveriam realizar, de acordo com o domínio cognitivo analisado e com base em testes cognitivos tradicionais.

No *design*, focou-se o público idoso com até um leve declínio cognitivo. As principais diretrizes de acessibilidade, para jogos digitais, consideradas a esse público, do conjunto de diretrizes visto na [Subseção 3.4.2](#), durante o desenvolvimento, foram as 32 destacadas na [Tabela 3](#).

Tabela 3 – Diretrizes de Acessibilidade para Jogos (GAG) utilizadas

Capacidade	Nível	Diretriz	D.i
Geral	<i>Básico</i>	1. Fornecer detalhes sobre os recursos de acessibilidade no pacote e/ou <i>site</i>	i1
		5. Incluir algumas pessoas com deficiência entre os participantes que testarão o jogo	i2
Motora	<i>Básico</i>	14. Que os controles possam ser remapeados / reconfigurados	i3
		15. Certificar que todas as áreas da interface do usuário possam ser acessadas usando o mesmo método de entrada como a jogabilidade	i4
		17. Garantir controles tão simples quanto possível, ou fornecer uma alternativa mais simples	i5
	<i>Intermediário</i>	20. Faça elementos interativos que exigem precisão (ex. cursor/toque controlados pelas opções do menu) estacionária	i6
		21. Certificar que várias ações simultâneas (ex. clicar/arrastar ou deslizar) não são necessárias, e incluir apenas como um método de entrada alternativa / complementar	i7
		24. Evitar entradas repetidas (eventos em tempo rápido)	i8
	<i>Avançado</i>	31. Incluir um período (pós atraso de aceitação) de 0,5 segundos entre as entradas	i9
Cognitiva	<i>Básico</i>	33. Permitir que o jogo seja iniciado sem a necessidade de navegar através de múltiplos níveis de menus	i10
		34. Usar um tamanho de fonte padrão de fácil leitura	i11
		35. Usar uma linguagem simples e clara	i12
		36. Usar a formatação de texto simples e clara	i13
		37. Incluir tutoriais	i14
		38. Permitir aos jogadores que possam progredir através de interface de texto ao seu próprio ritmo	i15
		39. Evitar piscar imagens e padrões repetitivos	i16
	<i>Intermediário</i>	40. Incluir ajuda contextual no jogo / orientações / dicas	i17
		41. Indicar / permitir lembrete dos objetivos atuais durante o jogo	i18
		42. Indicar / permitir lembrete de controles durante o jogo	i19
		44. Empregar uma estrutura narrativa simples, clara	i20
		46. Garantir que não haja informações essenciais (especialmente instruções) que sejam transmitidas apenas via texto, reforçar com recursos visuais e/ou voz	i21
	<i>Avançado</i>	56. Evitar qualquer movimento ou eventos súbitos	i22
Visual	<i>Básico</i>	60. Garantir que não haja nenhuma informação essencial transmitida por cores apenas	i23
		62. Usar um tamanho de fonte padrão de fácil leitura	i24
		63. Usar a formatação de texto simples e clara	i25
		64. Fornecer alto contraste entre o texto e o fundo	i26
		65. Certificar que elementos interativos/controles virtuais são grandes e bem espaçados, especialmente em telas pequenas ou sensíveis ao toque	i27
	<i>Intermediário</i>	77. Evitar colocar informações temporárias essenciais fora da linha do olho do jogador	i28

Continua na próxima página

Tabela 3 – GAG – continuação da página anterior

Capacidade	Nível	Diretriz	D.i
Auditiva	Básico	89. Garantir que não haja informação essencial transmitida apenas por áudio, reforçar com texto / visual	i29
		90. Se quaisquer legendas forem fornecidas, utilize um tamanho de fonte padrão de fácil leitura, formatação de texto simples e clara e forneça alto contraste entre o texto e o fundo	i30
	Intermediário	92. Fornecer uma alternativa em texto para toda a fala (legendas)	i31
		93. Permitir alternativas em texto a serem exibidas antes de qualquer som reproduzido	i32

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com relação às diretrizes apresentadas pela [IGDA \(2010\)](#), diante das características do usuário final, priorizou-se: (a) oferecer alternativas sonoras, (b) gráficos de alta visibilidade, (c) *design* amigável para daltônicos, (d) menus de acesso, (e) menus de apresentação padrão, (f) apresentação de texto padrão e, (g) melhores tutoriais no jogo.

Um exemplo de decisão tomada durante o desenvolvimento do protótipo, para a observação das diretrizes de acessibilidade, foi a escolha da paleta de cores, a qual ocorreu respeitando-se a possibilidade de atender indivíduos que apresentassem daltonismo, mais especificamente Tritanopia, Protanopia e Deuteranopia.

A ferramenta *Color Oracle*² foi utilizada para averiguar a paleta nas três situações e então foram eliminadas cores que, em um ou mais casos, aproximavam-se muito umas às outras, tornando-as quase indistinguíveis. Ainda assim, foi necessário o devido cuidado ao confeccionar os *assets* do jogo, isto é, *feedbacks* e objetivos não poderiam considerar apenas a cor para diferenciar objetos (Diretriz 60, vista na [Subseção 3.4.2](#)). Portanto, sons e formas também foram utilizados.

A usabilidade se coloca como um aspecto importante, para se projetar tecnologias para idosos, especialmente quando os benefícios ao utilizá-las são levadas em consideração ([MARZANO; LUBKINA, 2017](#); [FANG; CHOU; CHU, 2016](#)). Inúmeros métodos são propostos na literatura, para promover a avaliação de usabilidade neste contexto ([FØLSTAD; LAW; HORNBÆK, 2012](#); [MADAN; DUBEY, 2012](#); [HARRISON; FLOOD; DUCE, 2013](#); [PAZ; POW-SANG, 2016](#)).

Considerando esse perfil de usuários idosos, [Hermawati e Lawson \(2016\)](#) e [Salgado, Rodrigues e Fortes \(2016\)](#) mostraram que as heurísticas de [Al-Razgan, Al-Khalifa e Al-Shahrani \(2014\)](#) formam o único conjunto específico que considerou dispositivos móveis diante do perfil do usuário idoso. Outrossim, como colocado por [Hermawati e Lawson \(2016\)](#), a validação de heurísticas específicas do domínio proposto ainda é escassa.

² [<https://colororacle.org/>](https://colororacle.org/)

Para o desenvolvimento do teste cognitivo digital, fez-se uso, inicialmente, do *Integrated Development Environment* (IDE) *Stencyl*³, devido a sua facilidade no desenvolvimento de protótipos, e agilidade, em uma programação baseada em blocos ou utilizando a linguagem Haxe⁴. Porém, diante de dificuldades apresentadas durante atualizações do IDE, que por muitas vezes impediam o funcionamento normal do jogo e pela sua publicação para o ambiente web ser, ainda, em Flash, optou-se pela mudança do Ambiente de Desenvolvimento Integrado, elegendo então o *GameMaker*⁵.

O *GameMaker*, a exemplo do *Stencyl*, também exporta o jogo desenvolvido para Android, iOS, *desktop* e web, porém para esse último, utiliza HTML5. Especificamente para este estudo, foi considerado o dispositivo *tablet*, com sistema operacional Android, todavia, como, para trabalhos futuros, os jogos também estarão presentes via *browser*, a limitação de uso pelo Flash foi imperativa para a nova escolha.

O protótipo inicial do teste cognitivo digital foi avaliado, a partir de algumas tarefas ao usuário final, utilizando o protocolo verbal *Think Aloud* (FONTEYN; KUIPERS; GROBE, 1993), além da aplicação das avaliações heurísticas de Nielsen e Al-Razgan, Al-Khalifa e Al-Shahrani (2014). Desse estudo, resultou o artigo Salgado *et al.* (2017) e a contribuição para a melhoria da aplicação de teste cognitivo desenvolvida, a fim de diminuir os efeitos de alteração do ambiente vindo do papel, para o digital, antes de realizar os experimentos com os usuários finais.

Figura 11 – Tela para obter instruções sobre como identificar a diferença na matriz.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como exemplo de tarefa realizada, a Figura 11 retrata uma das telas das sessões de treinamento, informando o usuário sobre o que é necessário para alcançar o objetivo, enquanto a

³ <<http://stencyl.com/>>

⁴ <<http://old.haxe.org/doc/intro?lang=pt>>

⁵ <<https://www.yoyogames.com/gamemaker>>

Figura 12 representa uma tela de sucesso em uma tarefa, para lembrar as posições das figuras. A Figura 13 ilustra uma tela de exemplo de um *feedback* de **incorreto** durante uma tarefa de lembrança da sequência de números.

Figura 12 – Tela para *feedback* de sucesso na identificação da diferença na matriz.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 13 – Tela para comentários de falhas ao lembrar uma sequência de números.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Posteriormente, foi definido como contrastar os elementos de interação, em ambos os testes (original, em papel versus o planejado digital), conforme indicado nas subseções seguintes. Todos os testes validados listados aqui e, digitalmente adaptados, com vistas a compreender tarefas de exercício do mesmo domínio cognitivo, foram baseados nos instrumentos mencionados

na [Seção 3.7](#) e escolhidos considerando as recomendações da Academia Brasileira de Neurologia ([CHAVES et al., 2011](#)), para cobrir a maioria dos domínios neurocognitivos, listados no [Quadro 1](#), uma vez que são comumente utilizados e validados no Brasil.

Nas subseções a seguir, os subtestes digitais são apresentados e uma representação de teste do mesmo domínio cognitivo é evidenciada, para comparação. Salienta-se que as adaptações foram realizadas priorizando o domínio cognitivo e não exatamente a tarefa do teste ao qual se basearam, uma vez que o objetivo não foi copiar integralmente os testes para o meio digital, pois em alguns casos a análise computacional seria dificultada, frente a outras possíveis variações que poderiam prover resultados similares. Outra justificativa para o cuidado de não os transpor diretamente ao meio digital, é o fato de não terem sido encontradas as licenças que possibilitariam a utilização pura das baterias tradicionais.

Um exemplo de dificuldade computacional, evitada nesta fase de validação, refere-se ao reconhecimento de fala, para a transcrição da linguagem falada de maneira automática. Tal funcionalidade culmina em um vasto campo de pesquisa a ser explorado, ao se considerar o idioma português e o usuário idoso, como contexto de aplicação.

Além da dificuldade computacional envolvida, o uso do reconhecimento de fala é limitado pelas diretrizes de acessibilidade ([Subseção 3.4.2](#), números 103 e 107), uma vez que, existindo, é representado como método de entrada alternativo, não obrigatório, devendo ser priorizado um pequeno vocabulário monossilábico.

5.2.1 *Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata*

Teste validado em papel - o profissional deve dizer:

– *Vou lhe dizer o nome de três objetos e, quando terminar, pedirei para repeti-los, em qualquer ordem. Salve-os mais tarde. Vou perguntar novamente: Árvore, Mesa, Cachorro.*

Representação do domínio no Teste Digital - a tela do *tablet*, em orientação paisagem, exibe uma matriz 5x5, contendo 8 quadrados azuis, distribuídos aleatoriamente.

O usuário tem 10 segundos para memorizar a disposição dos quadrados. Esta tela não pode ser pulada. Após a memorização, é solicitado que o usuário preencha uma matriz vazia, de 5x5, com a mesma configuração que viu anteriormente.

Ao tocar em um espaço vazio, um quadrado é inserido; ao tocar em um quadrado preenchido, o quadrado é removido. O usuário tem 30 segundos para completar a tarefa. A tarefa então é repetida mais duas vezes. O fluxo de atividades deste subteste está representado na [Figura 14](#).

Medidas consideradas: número de acertos e números de erros, de um total de 8 possibilidades, conduzindo ao *score*, como porcentagem de acertos.

Figura 14 – Fluxograma: Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2.2 Praxia

Teste validado em papel - é requisitado que sejam desenhadas 4 figuras geométricas.

Representação do domínio no Teste Digital - o *tablet*, em orientação paisagem, exibe uma imagem objetivo, em tons de cinza, na direita. Na esquerda, o usuário vê uma série de peças que ele deve mover e encaixar com o objetivo de montar. Para mover uma peça, basta tocá-la e arrastá-la. O usuário deve tocar em CONFIRMA, para concluir a tarefa. A tarefa então é repetida mais duas vezes, com figuras diferentes. As peças são as mesmas usadas no Tangram⁶. O fluxo de atividades deste subteste está representado na Figura 15.

Medidas consideradas: porcentagem de acerto e o tempo para executar a tarefa.

⁶ É um quebra-cabeças geométrico chinês formado por 7 peças, chamadas *tans*: são 2 triângulos grandes, 2 pequenos, 1 médio, 1 quadrado e 1 paralelogramo. Utilizando todas essas peças sem sobrepor-las, podemos formar várias figuras.

Figura 15 – Fluxograma: Praxia.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2.3 Abstração

Teste validado em papel - o profissional deve dizer:

– *Vou lhe dizer o nome de duas coisas e gostaria que você me dissesse de que maneira elas são semelhantes, em que se parecem, o que têm em comum. Por exemplo: um cachorro e um macaco são semelhantes porque são animais.*

Representação do domínio no Teste Digital - a tela do *tablet* exibe 4 figuras, sendo que 3 são relacionadas entre si, por exemplo: 3 frutas, e uma última não é relacionada às demais. É requisitado então que o usuário toque apenas o objeto que não tem relação com os demais. A seleção de um dos objetos passa para a próxima sequência de objetos. A tarefa é repetida três vezes. O fluxo de atividades deste subteste está representado na [Figura 16](#).

Medidas consideradas: acertos, considerando o *score* igual a 100, se a opção selecionada foi a correta e 0, se errada.

Figura 16 – Fluxograma: Abstração.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2.4 Memória Tardia

Teste validado em papel - o profissional deve dizer:

– *Depois de algum tempo, perguntarei quais foram os três objetos falados na Subseção 5.2.1.*

Representação do domínio no Teste Digital - uma nova matriz 5x5, vazia, é apresentada ao usuário. O usuário deve preencher a matriz, com a configuração que viu na tarefa apresentada na Subseção 5.2.1. O usuário tem 30 segundos para completar a tarefa. O fluxo de atividades deste subteste está representado na Figura 17.

Medidas consideradas: número de acertos e números de erros, de um total de 8 possibilidades, conduzindo ao *score*, como porcentagem de acertos.

Figura 17 – Fluxograma: Memória Tardia.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2.5 Teste de Extensão de Dígitos (Direto)

Teste validado em papel - o profissional deve dizer:

– *Vou ler algumas sequências numéricas e quero que você repita os números, de cada sequência, na mesma ordem em que foram lidas.*

Representação do domínio no Teste Digital - a tela do *tablet*, em orientação paisagem, exibe 3 dígitos aleatórios (Figura 13), os quais não podem estar repetidos. Cada número permanece apresentado na tela, por 1 segundo. Após a exibição dos três números, uma nova tela é apresentada. Na parte superior da tela, são exibidas 3 caixas vazias, lado a lado. Logo abaixo, é exibido um teclado virtual reduzido, com números de 0 a 9 e com um botão de *backspace*.

O usuário deve então inserir a mesma sequência de números que viu. Ao digitar o terceiro número da sequência, uma nova sequência, de 3 dígitos, é apresentada. A cada duas sequências, o tamanho da sequência de dígitos é aumentada em um. A tarefa se encerra, caso o usuário erre duas sequências de mesmo tamanho, uma seguida da outra. Caso o usuário não cometa erros, a sequência aumenta até 9 dígitos. O fluxo de atividades deste subteste está representado na Figura 18.

Medidas consideradas: maior tamanho de sequência direta digitada corretamente.

5.2.6 Teste de Extensão de Dígitos (Inverso)

Teste validado em papel - o profissional deve dizer:

– *Vou ler algumas sequências numéricas e quero que você repita os números, de cada sequência, na ordem contrária em que foram lidas.*

Figura 18 – Fluxograma: Teste de Extensão de Dígitos (Direto).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Representação do domínio no Teste Digital - conforme é feito na versão do Teste de Extensão de Dígitos (Direto), porém os números devem ser memorizados e inseridos na ordem inversa. O fluxo de atividades deste subteste está representado na [Figura 19](#).

Medidas consideradas: maior tamanho de seqüência inversa digitada corretamente.

5.2.7 Teste de Atenção

Teste validado em papel - o profissional deve dizer:

– *Utilizando o lápis, ligue todos os números em seqüência, de 1 a 9.*

Representação do domínio no Teste Digital - o usuário deve tocar os números de 1 a 9. A cada número tocado, a posição dos demais é sorteada novamente. Ao tocar todos em seqüência, o usuário encerra a tarefa. O fluxo de atividades deste subteste está representado na [Figura 20](#).

Medidas consideradas: número de acertos e tempo de execução da tarefa.

Figura 19 – Fluxograma: Teste de Extensão de Dígitos (Inverso).

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2.8 Teste de Fluência Verbal

Teste validado em papel - o profissional deve dizer:

– *Você deve falar todos os nomes de animais (qualquer bicho) que se lembrar, no menor tempo possível. Pode começar.*

Então o profissional deve anotar o número de animais lembrados em 1 minuto.

Representação do domínio no Teste Digital - é apresentado ao usuário, um teclado digital limitado. É então requisitado que escreva os nomes de todos os animais, que conseguir se lembrar. Sempre que escrever um nome, o usuário deve apertar CONFIRMA, para prosseguir ao próximo animal. A tarefa se encerra, automaticamente, após 1 minuto ou, caso o usuário toque em SAIR. O fluxo de atividades deste subteste está representado na [Figura 21](#).

Medidas consideradas: número de nomes corretos.

Figura 20 – Fluxograma: Teste de Atenção.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2.9 Reconhecimento Facial

Teste validado em papel - Fotografias, a partir do *Facial Action Coding System* (FACS), de Ekman e Friesen (EKMAN, 1997), representando as seis emoções básicas (alegria, tristeza, medo, surpresa, raiva e nojo), serão utilizadas. Cada emoção será representada por quatro fotografias, de quatro atores diferentes, duas delas representando a emoção em 30% de intensidade, e duas em 70%. Além disso, serão acrescentadas duas faces neutras, totalizando 26 fotografias, que serão apresentadas randomicamente. A descrição das sete possibilidades de respostas será impressa e disposta em círculo, para que o participante escolha uma das opções.

Representação do domínio no Teste Digital - será exibida uma foto de uma emoção, no centro da tela. Ao redor, serão dispostas 7 respostas possíveis para aquela emoção. A resposta do jogador é submetida logo ao tocar em uma das opções, encerrando a tarefa para aquela foto e seguindo para a próxima, até completar 12 emoções. O fluxo de atividades deste subteste está representado na Figura 22.

Figura 21 – Fluxograma: Teste de Fluência Verbal.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Medidas consideradas: resposta selecionada, representando o nome da emoção.

Para cada um dos subtestes, obteve-se medidas (atribuídas às variáveis levantadas com apoio de um médico e pesquisadores especialistas), conforme apresentadas e melhor representadas no [Apêndice C](#), que foram capturadas durante o processo de interação do idoso. Essas medidas foram de fundamental importância na fase de análise da convergência, com os testes validados em papel.

O objetivo principal no uso das variáveis foi representar o resultado de cada teste e possibilitar a análise computacional, sem a percepção humana, no intuito de inibir vieses por parte do aplicador, bem como possibilitar uma análise mais sensível. Diante disso, pode-se prever, com maior antecedência, o acometimento de algum fator estranho, que represente o início de alguma enfermidade neurológica, viabilizando o encaminhamento adequado ao médico, uma vez que o diagnóstico precoce é essencial para um tratamento mais eficaz.

Um vídeo demonstrando a execução dos testes cognitivos digitais pode ser visto em: <http://leandroagt.com.br/video.mp4>.

Figura 22 – Fluxograma: Reconhecimento Facial.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3 Dados resultantes da interação

Os dados da interação dos idosos foram armazenados em um arquivo JSON⁷, no próprio dispositivo. Ao final dos experimentos, o arquivo foi enviado à ferramenta desenvolvida em PHP, especialmente para o teste cognitivo digital, disponível em: <http://pipe.aptor.software>.

As medidas foram trabalhadas, ao nível de software, para comporem um determinado *score*. Aqui são detalhados alguns tratamentos realizados nos próprios testes, para comporem o arquivo JSON.

5.3.1 Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata

Tempo (em segundos): É calculado o intervalo entre cada “*Touch-up*”, ou seja, momentos em que o dispositivo registra a retirada do dedo do usuário da tela.

Exemplo: 3 segundos - O usuário levou 3 segundos entre o último *touch* na tela e levantar o dedo novamente no registro atual (esse tempo inclui o tempo que o dedo permaneceu tocando a tela).

⁷ JSON é um acrônimo de *JavaScript Object Notation*. É um formato, de padrão aberto independente, de troca de dados entre sistemas, especificado por Douglas Crockford, em 2000, que utiliza texto legível a humanos, no formato atributo-valor (natureza auto-descritiva).

Tipo de Clique: Para este jogo, o “*Hit*” (acerto) pode assumir 3 formas:

- *Hit* - Tocar e levantar o dedo em cima de um local que havia uma caixa azul;
- *Miss* - Tocar e levantar o dedo em cima de um local que não havia uma caixa;
- *MissClick* - Tocar em qualquer lugar, que não seja dentro de uma célula do *grid* ou no botão Confirma. Isso inclui pequenos espaços entre as células (espaço entre blocos azuis na fase de memorização).

Quantidade de Objetos: Número de objetos que foram exibidos no *grid* (padrão = 8.)

Para o cálculo do *score*, usou-se 12,5, pois representa 100 sobre o número total de quadrados (8).

$$SCORE = 100 - ((X + Y) * 12,5)$$

Em que “**X**” é o número de quadrados colocados na posição errada e “**Y**” é o número de espaços de preenchimento esperado, que não possuíam um quadrado.

Na [Figura 23](#), os dados de uma interação real com o jogo aqui descrito são apresentados.

5.3.2 Praxia

Tempo (em segundos): Esse intervalo é calculado entre cada “*Touch-up*”, ou seja, momentos em que o dispositivo registra a retirada do dedo do usuário da tela.

Tipo de clique: Para esse jogo, o “*Hit*” pode assumir 2 formas:

- *Hit* - Tocar e levantar o dedo em cima de um local que há uma peça do Tangram;
- *MissClick* - Tocar em qualquer lugar, que não seja dentro de uma peça do Tangram. Isso inclui pequenos espaços entre as peças.

Forma: O formato da peça do Tangram, que foi clicada para ser arrastada (caso seja um *hit*). **Cor:** A cor da peça do Tangram, que foi clicada para ser arrastada (caso seja um *hit*).

Para o cálculo do *score*, usou-se 12,5, pois são 8 pares de pontos, que são verificados para realizar o cálculo. Para ilustração, os pontos foram destacados na [Figura 24](#).

São definidos pares de pontos $[P_1, P_2]_n$ entre peças diferentes, com $1 \leq N \leq 8$.

Esses pontos estão localizados nas arestas das formas geométricas, geralmente no ponto médio entre os vértices.

É calculado, então, um *subScore_n*, baseado na Distância euclidiana dos pares de pontos definidos:

Figura 23 – Tela da ferramenta de apresentação dos resultados, para Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata

Fonte: Elaborada pelo autor.

- $subScore_n = 0$, caso a distância seja 50 *pixels* maior do que o esperado para aquele par (deliberado pelo formato final do “Tangram”);
- $subScore_n = 12,5$, caso a distância seja entre 0 e 50 *pixels*, do que o esperado para aquele par (deliberado pelo formato final do “Tangram”).

$$SCORE = \sum_{i=1}^8 subScore_n$$

Na [Figura 25](#), os dados de uma interação real com o jogo aqui descrito são apresentados.

5.3.3 Teste de Atenção

Tempo (em segundos): Esse intervalo é calculado entre cada “*Touch-down*”, ou seja, momentos em que o dispositivo registra o toque do dedo do usuário na tela.

Figura 24 – Jogo responsável pela praxia

Fonte: Elaborada pelo autor.

Número Esperado: Começando com 1, esse número é incrementado a todo momento que um círculo com ele dentro é tocado.

Tamanho da Sequência: Valor máximo para o Número Esperado, definindo, também, o número de Círculos no teste.

Estado do Círculo com o Número:

- *Ativo:* Círculo/Número ainda não clicado, ou clicado em um momento que o número esperado não é o mesmo que o seu;
- *Desativado:* Círculo/Número já clicado dentro da ordem esperada. Números já ligados pelas linhas já foram desativados.

Tipo de clique: Para esse jogo, o *Hit* pode assumir 3 formas:

- *Hit* - Tocar em cima de um círculo com o mesmo número que o número esperado;
- *Miss* - Tocar em cima de um círculo com um número diferente do número esperado;
- *MissClick* - Tocar em qualquer lugar, que não seja dentro de um círculo ou tocar em um círculo já desativado. Isso inclui pequenos espaços entre os círculos.

Número Pressionado: Os resultados também explicitam, para cada clique, qual foi o círculo/número clicado, caso a interação tenha sido feita em um círculo.

Este teste não possui um *score* definido, entretanto são armazenados valores como “Número de *Hits*” e “Número de *Misses*” e o tempo decorrido.

Figura 25 – Tela da ferramenta de apresentação dos resultados, para Praxia

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na [Figura 26](#), os dados de uma interação real com o jogo aqui descrito são visualizados e, no [Apêndice C](#), as métricas consideradas em todos os subtestes do teste cognitivo digital são apresentadas.

5.4 Considerações finais

O uso do meio digital, para promoção de análises neuropsicológicas, pode promover grandes benefícios para a área da saúde, principalmente quando a identificação precoce de possíveis transtornos é possibilitada. Ao se focar o público idoso, tem-se uma carga de especificidades a ser considerada e, por isso, prever recomendações de acessibilidade desde a idealização do teste cognitivo, aliada ao experimento com o usuário final e o acompanhamento de especialistas é fundamental para se obter melhores resultados quanto à qualidade do software.

Por essa razão, o processo de *design*, neste capítulo, considerou prioritariamente a adoção de recomendações que são direta ou indiretamente adotadas à realidade do público idoso. Os testes foram planejados sob a observação constante de especialistas do domínio, diante de inúmeras iterações e mudanças no protótipo, conforme previsto no *Design Unificado*.

Figura 26 – Tela da ferramenta de apresentação dos resultados, para Atenção

Fonte: Elaborada pelo autor.

As variáveis de interação dos testes também foram consideradas, possibilitando o maior número de dados coletados, a fim de experimentar variações que melhor representassem *scores*, a serem comparados com os utilizados nas baterias tradicionais.

No próximo capítulo, o teste digital é submetido a experimentos com os usuários, com o propósito de promover uma validação convergente, frente aos testes baseados em papel.

EXPERIMENTOS EMPÍRICOS

Com o objetivo de comparar o teste digital a testes cognitivos breves de rastreamento de declínio cognitivo, comumente utilizados na prática, foram avaliados inicialmente 17 indivíduos e, posteriormente a uma adaptação do teste, mais outros 23 indivíduos participaram do estudo. Os experimentos foram aprovados pelo comitê de ética da USP / FZEA (CAAE 05299218.1.0000.5422).

Após os indivíduos terem sido submetidos a todas as etapas dos dois experimentos, os dados extraídos foram tabulados e analisados, a fim de identificar a possível convergência, de modo a responder à questão de pesquisa definida para investigação ([Capítulo 1](#)).

6.1 Método

Este estudo é de natureza transversal de levantamento de dados, descritivo e analítico, a partir de uma investigação quali-quantitativa. A pesquisa foi realizada na cidade de São Carlos, situada no Estado de São Paulo, Brasil.

Como critérios para seleção dos participantes, foram considerados: idosos de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 60 anos ([BRASIL, 2003](#)), que possuíssem alguma experiência, mesmo básica, com dispositivos *tablet* ou *smartphone*.

Tal restrição foi aplicada, pois o estudo realizado pretendia também diminuir as barreiras de acesso presentes no software (jogo digital). Assim, a falta de experiência prévia, em utilizar um desses dispositivos, poderia enviesar os resultados obtidos. Ademais, os sujeitos em estudo não deveriam apresentar: deficits auditivos e visuais graves, que impedissem a realização dos testes, diagnóstico de transtorno psiquiátrico atual relatado pelo participante ou diagnóstico de demência.

A avaliação foi realizada após o convite e a concordância em participar do estudo, e consequentemente a assinatura do Termo de Consentimentos Livre e Esclarecido ([Apêndice B](#)).

Todos os sujeitos são integrantes de um programa de inclusão digital, do Programa Universidade Aberta à Terceira Idade, do ICMC-USP, e participam de aulas semanais do curso “Práticas com *smartphones* e *tablets*”, nas quais são abordados temas referentes ao uso de ferramentas básicas de dispositivos móveis, como configurações e também uso de aplicativos como WhatsApp, Facebook, Google Fotos, E-mail, dentre outros. Desse modo, trata-se de uma amostra de população brasileira de idosos que possuem alguma experiência, familiaridade e interesse sobre a prática de uso de dispositivos móveis.

O conjunto de avaliações no experimento constituiu-se dos seguintes instrumentos, descritos na [Seção 3.7](#), aplicados respectivamente nesta ordem: (i) o Mini Exame do Estado Mental (MEEM), (ii) a Lista de figuras da Bateria breve de rastreio cognitivo (BBRC), (iii) o Teste de extensão de dígitos (ordem inversa e direta), (iv) o Subtestes semelhanças CAMDEX, (v) a Lista de palavras do CERAD, (vi) o teste cognitivo digital, e (vii) a aplicação do UEQ.

Como a cognição é afetada por vários fatores (por exemplo, hora do dia, fadiga etc.) ([BONNECHÈRE et al., 2018](#)), os testes cognitivos digitais foram realizados logo após os tradicionais. Ao final dos testes, os participantes responderam ao *User Experience Questionnaire* (UEQ) ([LAUGWITZ; HELD; SCHREPP, 2008](#)), para verificar a experiência de uso, que avalia os sentimentos, impressões e atitudes do usuário em relação a uma interface, com o objetivo de quantificar e analisar sua experiência de uso.

O UEQ é composto por escalas que avaliam a atratividade, transparência, confiabilidade, eficiência, inovação e estimulação, que uma interface oferece ao usuário. A **escala de atratividade** avalia o quanto a estética e o *design* da interface são capazes de atrair o usuário; a **escala transparência** avalia o quanto a interface é fácil de aprender e de compreender; a **escala confiabilidade** avalia se a interface é previsível e segura; na **escala eficiência** é avaliado se a interface é rápida e organizada; a **escala inovação** avalia o quanto a interface é criativa e inovadora e; por fim, a **escala estimulação** avalia se a interface é interessante e mantém o usuário interessado na mesma.

As escalas podem, ainda, ser agrupadas em qualidade pragmática (transparência, eficiência e confiabilidade), relacionadas aos aspectos de qualidade da tarefa e qualidade hedônica (eficiência e inovação), aspectos de qualidade não relacionados à tarefa ([LAUGWITZ; HELD; SCHREPP, 2008](#)).

A correlação dos testes em papel, com o digital, foi analisada pelo teste de correlação de *Spearman*, a partir da análise estatística, utilizando o pacote *IBM SPSS Statistics*, versão 21.0. O nível de significância considerado foi de $p < 0,05$.

No primeiro experimento ([Seção 6.2](#)), todos os 9 testes, descritos na [Seção 5.2](#), foram considerados. Ao observar o total de tempo despendido para finalização da bateria de testes (aproximadamente duas horas) — tempo compreendendo a execução dos testes tradicionais, em conjunto com o digital e o UEQ, respectivamente —, os comentários emitidos por parte dos

idosos, e a possível interferência do fator cansaço, no resultado do experimento, foi decidido reduzir o número de testes para o segundo experimento (Seção 6.3).

6.2 Primeiro experimento

Foram avaliados 17 sujeitos, com predominância do sexo feminino (76,5%) e com idade média de 70,12 anos. Em relação ao grau de escolaridade, 47,1% dos indivíduos possuem graduação completa, com média de 14,23 anos de escolaridade. Além disso, 82,2% relataram ser aposentados e 58,8% com estado civil casado.

6.2.1 Resultados do primeiro experimento

Com base nas respostas obtidas do UEQ, observou-se que as escalas melhor avaliadas para o teste digital são aquelas relacionadas à atratividade, eficiência e estimulação, enquanto que as relacionadas à transparência, confiabilidade e inovação, contabilizaram pontuações inferiores, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 27.

Figura 27 – Resultados por escalas UEQ

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao analisar o agrupamento de acordo com a qualidade pragmática, qualidade hedônica e atratividade, observou-se melhor pontuação apenas para o item atratividade, enquanto que os outros grupos ficaram pouco acima da média, conforme visualizado no gráfico da Figura 28.

Apesar da pesquisa ter contado com uma amostra composta por sujeitos, com experiência prévia, no uso de dispositivos móveis, média e alta escolaridade, e que, de maneira geral, obtiveram uma experiência de uso satisfatória com os testes digitais, não foi observada uma forte correlação, no primeiro experimento, entre os protocolos já utilizados e os testes digitais, conforme evidenciado na Tabela 4. Somente 6, dos 88 valores na Tabela 4 (6,81%), os que estão hachurados, mostraram alguma correlação ($p < 0,05$).

Figura 28 – Resultados por agrupamento UEQ

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 4 – Análise de convergência estatística a partir dos resultados do primeiro experimento

	Memória total	Memória tardia	Praxia	Abstração	Dígito direto	Dígito inverso	Fluência	REF
MEEM	r=-0,083	r=0,550*	r=0,326	r=-0,300	r=0,169	r=0,257	r=0,291	r=-0,101
	p=0,761	p=0,027	p=0,218	p=0,258	p=0,532	p=0,337	p=0,274	p=0,709
Lista de palavras CERAD	r=0,044	r=0,287	r=0,496	r=0,001	r=0,155	r=0,311	r=0,371	r=0,4
	p=0,871	p=0,282	p=0,051	p=0,997	p=0,568	p=0,241	p=0,157	p=0,125
Lista de figuras BBRC	r=0,346	r=0,093	r=0,399	r=-0,448	r=-0,099	r=-0,201	r=0,294	r=-0,11
	p=0,189	p=0,731	p=0,126	p=0,082	p=0,715	p=0,455	p=0,27	p=0,685
Recordar lista de palavras CERAD	r=0,045	r=0,225	r=0,277	r=-0,032	r=0,265	r=0,115	r=0,406	r=0,057
	p=0,868	p=0,402	p=0,299	p=0,906	p=0,321	p=0,671	p=0,119	p=0,833
Memória tardia BBRC	r=0,494	r=0,096	r=0,368	r=-0,183	r=0,282	r=-0,026	r=0,564*	r=0,097
	p=0,052	p=0,724	p=0,161	p=0,496	p=0,289	p=0,923	p=0,023	p=0,72
Praxia	r=-0,332	r=-0,023	r=0,081	r=-0,205	r=0,281	r=0,091	r=-0,194	r=0,022
	p=0,208	p=0,933	p=0,766	p=0,446	p=0,293	p=0,737	p=0,471	p=0,937
Abstração	r=0,085	r=-0,162	r=0,1	r=0,099	r=0,391	r=0,303	r=0,267	r=0,052
	p=0,754	p=0,549	p=0,713	p=0,714	p=0,134	p=0,253	p=0,317	p=0,849
Dígito Direto	r=-0,214	r=0,197	r=0,136	r=0,167	r=0,146	r=0,621*	r=-0,205	r=0,304
	p=0,427	p=0,465	p=0,614	p=0,537	p=0,589	p=0,01	p=0,445	p=0,252
Dígito Inverso	r=0,497*	r=0,013	r=0,178	r=-0,328	r=0,386	r=0,131	r=0,148	r=0,218
	p=0,050	p=0,961	p=0,51	p=0,216	p=0,14	p=0,629	p=0,584	p=0,417
TDR	r=0,341	r=-0,055	r=0,382	r=0,233	r=-0,47	r=0,157	r=0,242	r=0,356
	p=0,196	p=0,838	p=0,144	p=0,386	p=0,863	p=0,562	p=0,366	p=0,176
Fluência	r=0,529*	r=0,076	r=0,257	r=-0,038	r=0,539*	r=0,044	r=0,317	r=0,124
	p=0,035	p=0,781	p=0,337	p=0,888	p=0,031	p=0,872	p=0,232	p=0,647

Fonte: Elaborada pelo autor.

Dentre os motivos para essa não convergência, percebeu-se que houve expectativa de sucesso ou fracasso por parte dos participantes, durante a avaliação. De fato, conforme estudo de [McLaughlin et al. \(2012\)](#), o qual analisou as motivações de idosos para utilizarem jogos digitais, essa expectativa ocorre e deve ser criteriosamente considerada. Decorrente da ansiedade, a expectativa dos idosos pode comprometer seu desempenho durante o jogo, mais do que possíveis declínios cognitivos ([MCLAUGHLIN et al., 2012](#)). Durante a coleta de dados, essa ansiedade foi

observada, por diversas vezes, em manifestações dos participantes, como: “*Será que eu acertei?*”, “*Eu estou indo bem?*”, “*Eu venci?*”, “*Acho que não vou conseguir, minha cabeça não está boa*”.

Outro estudo (EVELIN *et al.*, 2016), realizado com 39 idosos, para analisar seus sentimentos, em relação ao uso da plataforma de jogos “Viajando pelo mundo”, identificou que os sentimentos positivos foram mais evidenciados, do que os negativos, porém observou-se que sentimentos negativos estão diretamente relacionados ao grau de dificuldade dos jogos e aparecem mais naqueles que exigem maior interação do idoso, como, por exemplo, jogos em que é necessário movimentar e encaixar peças para montar quebra-cabeças.

De modo análogo, esses sentimentos negativos foram evidenciados neste estudo, por exemplo, no jogo baseado no Tangram, em que os idosos precisam movimentar e arrastar peças geométricas para formar uma figura como a da imagem apresentada a eles. Nesse momento, por várias vezes, foram manifestadas reações em tons que demonstravam confusão e irritabilidade, como: “*Mas essa peça não vira?*”, “*Mas não tem a mesma cor*”, “*Posso passar para o próximo?*”.

O estudo abrangeu um amplo protocolo de testes cognitivos comumente utilizados, que entre si apresentaram correlação, já esperada, por se tratarem de testes validados. Além disso, os participantes fizeram uso do teste cognitivo digital, para verificar sua possível correlação com os protocolos validados, porém como observado, a ansiedade causada por jogos digitais, bem como os sentimentos negativos, relacionados às práticas que exigem mais interação com interfaces e, cansaço pelo tempo de execução das tarefas, podem ter interferido diretamente no desempenho do jogador.

6.3 Segundo experimento

Para o segundo experimento, foram considerados os mesmos testes: [Subseção 5.2.1](#) - Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata, [Subseção 5.2.2](#) - Praxia, [Subseção 5.2.4](#) - Memória Tardia e [Subseção 5.2.7](#) - Atenção. No entanto, no teste da *Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata*, a descrição ao usuário foi melhorada e, no teste de *Praxia*, ao invés de repetir o exercício três vezes, optou-se por apresentá-lo uma única vez, haja vista que esse último foi o teste que mais promoveu reações de confusão e irritabilidade, conforme relatado na [Subseção 6.2.1](#).

6.3.1 Mudanças realizadas

A partir das impressões obtidas ao final do primeiro experimento, foram tomadas providências, no sentido de diminuir o tempo de execução da avaliação, bem como propor testes mais alinhados aos que são apresentados em papel.

Com o objetivo de reduzir o esforço exigido dos jogadores, dado que no primeiro experimento a coleta apresentava testes extensos, e promover outros testes desenvolvidos em consonância com especialistas dos domínios, foi proposto e conduzido um segundo experi-

mento de validação. Nele, foram excluídos os subtestes digitais que avaliavam os domínios neurocognitivos de **linguagem** (Subseção 5.2.8) e **cognição social** (Subseção 5.2.9).

Considerando que a **atenção** estava sendo experimentada por três subtestes distintos (Subseção 5.2.5, Subseção 5.2.6 e Subseção 5.2.7), os de extensão de dígitos foram removidos. Também excluiu-se a aplicação do UEQ, com o intuito de tornar as avaliações mais rápidas e menos cansativas para os indivíduos.

O teste, que aborda a **abstração**, foi baseado no Beta III - Teste Não Verbal de inteligência Geral (KELLOG, 2011), conforme ilustra a Figura 29.

Figura 29 – Teste baseado no Beta III

Fonte: Elaborada pelo autor.

O Beta III é um teste de inteligência não verbal, utilizado como um instrumento de avaliação da inteligência, na população adulta ou em crianças, com diversos níveis de escolaridade. O teste visa avaliar a capacidade de **abstração**, capacidade de resolver novos problemas, além de avaliar a velocidade de processamento. A adaptação brasileira foi realizada somente em dois subtestes, Códigos e Raciocínio Matricial (RABELO *et al.*, 2011). O subteste de Raciocínio Matricial, que foi escolhido para aplicação nesta pesquisa, avalia o processamento de informações visuais e raciocínio abstrato.

Como teste para mensurar a **atenção** dos indivíduos, o teste *Trail Making Test*, criado por Partington em 1938, com o objetivo de ser uma ferramenta para avaliar a atenção dividida (ALVES *et al.*, 2010), foi base para o desenvolvimento de outro subteste digital, conforme ilustrado na Figura 30. Tal subteste foi utilizado, também, no primeiro experimento, porém os dados obtidos (*Hits* e *Misses*), não eram suficientes para promover comparação entre os indivíduos participantes, uma vez que reproduziam resultados quase idênticos.

Desse modo, para o segundo experimento, foi capturado o tempo de execução do teste, como diferencial. Os *Hits* sempre serão 9, pois o usuário só consegue finalizar esse subteste,

Figura 30 – Teste baseado no *Trail Making Test*

Fonte: Elaborada pelo autor.

completando-o, ou seja, acertando todos. Assim, a junção dos *Misses* e o tempo decorrido para sua finalização devem compor o *score* para comparação.

A amostra da pesquisa, no segundo experimento, foi composta por 23 indivíduos, distintos do primeiro experimento, dos quais 78,26% eram mulheres e 22,74%, homens, com média de idade igual a 68,56 anos. 65,21% dos indivíduos eram aposentados, 52,17% casados, 26,08% viúvos e o restante divorciados ou solteiros. Além disso, a média de anos de estudo foi igual a 9 anos, dos quais 21,74% possuíam ensino superior completo.

6.3.2 Resultados do segundo experimento

Ao analisar os resultados obtidos no segundo experimento, apresentados na [Tabela 5](#), verifica-se uma convergência significativa do desempenho no teste cognitivo digital, quando comparado ao atingido pelos mesmos 23 indivíduos, na execução das baterias de testes em papel. Desse modo, respondendo à QP apresentada no [Capítulo 1](#), sugere-se que é possível, por meio de um jogo digital, destinado ao público idoso, obter resultados similares aos de avaliação das baterias de teste cognitivo, comumente utilizadas por profissionais da saúde. Foram 26 dos 66 valores na [Tabela 5](#) (39,39%), os que estão hachurados, que mostraram correlação ($p < 0,05$).

Dos resultados, é importante observar que os subtestes de memória, que avaliam percepção visual, memória incidental, memória imediata e memória tardia, obtiveram forte correlação com todos os instrumentos de avaliação que avaliam o domínio neurocognitivo ([Seção 3.7](#)) de **aprendizado e memória**, como o MEEM, Lista de palavras do CERAD e Lista de figuras da BBRC.

Diante do domínio de **atenção**, o teste digital também conseguiu convergência total, considerando o MEEM e os testes de dígitos diretos e inversos.

Tabela 5 – Análise de convergência estatística a partir dos resultados do segundo experimento

	Memória total	Memória tardia	Praxia	Praxia tempo	Abstração	Atenção
MEEM	r=-0,515* p=0,02	r=-,673** p=0,001	r=0,324 p=0,163	r=-0,087 p=0,714	r=0,321 p=0,167	r=-0,487* p=0,03
Lista de palavras CERAD	r=-0,591** p=0,006	r=-0,578** p=0,008	r=0,405 p=0,076	r=-0,502* p=0,024	r=0,657** p=0,002	r=-0,337 p=0,147
Lista de figuras BBRC	r=-0,540* p=0,014	r=-0,571** p=0,009	r=0,557* p=0,011	r=-0,331 p=0,154	r=0,474* p=0,035	r=-0,533* p=0,016
Recordar lista de palavras CERAD	r=-0,43 p=0,059	r=-0,415 p=0,069	r=0,377 p=0,101	r=-0,528* p=0,017	r=0,516* p=0,02	r=-0,423 p=0,063
Memória tardia BBRC	r=-0,199 p=0,401	r=-0,288 p=0,218	r=-0,192 p=0,419	r=-0,339 p=0,144	r=0,246 p=0,295	r=0,065 p=0,787
Praxia	r=-0,479* p=0,033	r=-0,38 p=0,098	r=0,37 p=0,108	r=-0,112 p=0,639	r=0,367 p=0,112	r=-0,253 p=0,282
Abstração	r=-0,566** p=0,009	r=-0,628** p=0,003	r=0,475* p=0,034	r=-0,554* p=0,011	r=0,433 p=0,056	r=-0,817** p=0
Dígito Direto	r=-0,322 p=0,167	r=-0,357 p=0,122	r=0,288 p=0,217	r=-0,398 p=0,082	r=0,398 p=0,082	r=-0,725** p=0
Dígito Inverso	r=-0,498* p=0,025	r=-0,581** p=0,007	r=0,358 p=0,121	r=-0,367 p=0,111	r=0,336 p=0,148	r=-0,546* p=0,013
TDR	r=-0,417 p=0,068	r=-0,136 p=0,568	r=0,322 p=0,167	r=0,108 p=0,649	r=0,168 p=0,478	r=-0,181 p=0,445
Fluência	r=-0,627** p=0,003	r=-0,627** p=0,003	r=0,058 p=0,809	r=-0,437 p=0,054	r=0,434 p=0,056	r=-0,353 p=0,126

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com relação ao domínio de **funcionamento executivo** (abstração), que é trabalhado com os subtestes de semelhanças do CAMDEX e também com o teste de fluência verbal, o teste cognitivo digital obteve resultados bem próximos da convergência, com o $p = 0,056$.

Apenas o teste de **percepção motora (visuoespacial)**, praxia, não obteve resultados tão significativos, ao considerar o teste das figuras geométricas do CERAD ou o desenho do relógio.

Ao retomar o teste de praxia, e buscar explicações sobre os resultados não terem saído conforme o esperado, verificou-se que a composição do *score*, observada em [Subseção 5.3.2](#), mostrou-se ineficiente, tendo em vista dois pontos:

- Arbitrar 50 *pixels*, de folga, da distância predefinida entre os pontos referenciais das figuras, sem considerar a posição das formas ao final do desenho, resulta em problemas previamente não identificados, como a aglutinação das formas sobrepostas, podendo produzir uma pontuação maior do que aquela obtida pelo usuário que posicionou as formas de maneira correta, porém com um distanciamento maior do que o esperado;
- O corte da pontuação a zero, sem levar em consideração a diferença do desenho final de cada um dos usuários, ou seja, sem uma pontuação mais representativa.

Dessa maneira, optou-se, para experimentos futuros, produzir um *score* composto pelo

correto posicionamento das formas, somado às distâncias dos pontos referenciais, sem o corte abrupto relacionado a uma distância máxima predefinida.

6.4 Considerações finais

Com os experimentos executados, observou-se uma correlação bastante significativa, entre os testes que abordam o mesmo domínio neurocognitivo, exceto o de praxia, que conforme observado, precisa de uma calibração mais fina de seu *score*. Cabe ressaltar também, que a amostra, aqui experimentada, é pequena, de modo que resultados melhores podem ser conseguidos, aumentando-a, evitando assim vieses por *outliers*.

Salienta-se, que o teste cognitivo digital pode ser utilizado como apoio ao *Design Unificado*, em um contexto mais geral que o aqui considerado, para colaborar com a etapa de especialização polimórfica, promovendo alternativas de *design* específicas às variações de performance cognitiva dos jogadores, possibilitando encaminhamento a essas alternativas, de modo dinâmico, a partir dos resultados obtidos pela interação com o teste.

Diante do planejamento do teste cognitivo digital, dos experimentos realizados e das adaptações necessárias para promover maior abrangência dos resultados dos testes, foi possível visualizar um processo de *design* mais específico, que o *Design Unificado*, para o desenvolvimento de *Serious Games*, quando voltados ao treinamento e a avaliação cognitiva, da população idosa.

Assim, no próximo capítulo é delineado o novo processo de *design*, resultante desse estudo.

PROCESSO DE *DESIGN* DE JOGOS PARA TREINO E TESTES COGNITIVOS ENVOLVENDO O PÚBLICO IDOSO (DJ-T2C)

Ao desenvolver o estudo, originando o teste cognitivo digital, e promover experimentos de validação dos subtestes, observaram-se as etapas do *Design* Unificado, [Seção 3.5](#), e indiretamente foram promovidas adequações que se mostraram necessárias para conduzir testes digitais validados na população idosa. Tais alterações podem corresponder, não apenas aos testes, mas também aos jogos de treinamento cognitivo, uma vez que devem passar pelo mesmo crivo de validação.

É importante ter em mente a definição de processos, que segundo o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), é a “sequência de passos executados com um determinado objetivo”, enquanto que um processo de software, de acordo com [Paulk \(1995\)](#), é definido como um conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações, que pessoas empregam para desenvolver e manter software e produtos.

Assim, o processo aqui descrito visa o objetivo de promover o desenvolvimento de jogos para treino e testes cognitivos, envolvendo o público idoso. As etapas, para se chegar a esse objetivo, foram definidas, utilizando a metodologia *top-down*, sendo criado, baseado no *Design* Unificado, e refinado evolutivamente, a partir do estudo e a prática inerentes ao desenvolvimento do teste cognitivo digital.

O processo, a exemplo do *Design* Unificado, é utilizado de forma sistemática, iterativa e interativa. **Sistemático**, por seguir uma sequência de ações bem definidas, considerando um conjunto de entradas e produzindo artefatos de saída; **Iterativo**, o processo deve ser contínuo durante o desenvolvimento do jogo, possibilitando o progresso através de tentativas sucessivas de refinamento e; **Interativo**, pois as saídas de uma ação podem ser utilizadas como entradas de ações subsequentes, não havendo ações isoladas, umas das outras.

Apesar de o processo ter sido baseado no *Design* Unificado e passado por uma evolução

contínua, melhorado à medida que o avanço no tema e na prática do desenvolvimento, com validação, eram realizados, não significa que ele ainda não deva ser evoluído. Foi construído para suprir as necessidades focadas no público idoso, e tendo como objetivo produzir jogos para testes e treinamento cognitivo, passando a vigorar como processo oficial para os novos desenvolvimentos a serem realizados nos trabalhos futuros, frutos deste estudo.

7.1 O processo DJ-T2C

A diferença observada no processo de *design* está prioritariamente no recorte dos possíveis usuários do jogo. Enquanto o *Design Unificado* prioriza a acessibilidade de modo abrangente, diante de inúmeras possibilidades, que precisam ser consideradas, a fim de se promover alternativas de *design* para os diversos comprometimentos existentes, o foco aqui destinado são os usuários idosos, com pouco ou nenhum comprometimento cognitivo.

Quando aqui se especializa no usuário idoso, conforme todo o estudo compreendido até o momento, entende-se o público formado por aqueles que passaram pelo processo de envelhecimento natural, primário, sujeito a todos os seres vivos, conhecido como processo de senescência. Desse modo, não se considera, a princípio, aqueles acometidos por patologias ou fatores externos, que possam comprometer, em nível abrupto, o declínio natural. Ademais, priorizam-se os efeitos provenientes das alterações do Sistema Nervoso Central, relacionadas às funções motoras e psíquicas.

Mesmo compreendendo apenas esta parcela, entende-se que os efeitos do envelhecimento natural é inerente a muitos aspectos, inclusive genéticos, proporcionando reações diversas a cada indivíduo. Assim, seccionar a parcela que mais se beneficiaria pelo uso dos jogos, para testes e treinamento cognitivo, é relevante para o contexto de envelhecimento saudável, não apenas para promoção de um melhor aproveitamento pelo usuário, como também para especificar um *design* condizente.

O treinamento cognitivo é uma intervenção comum, projetada especificamente para abordar dificuldades com diferentes aspectos da cognição, entretanto pouco se sabe sobre seus resultados diante de um público que já tenha manifestado alguma doença neurocognitiva. Inclusive, em um estudo recente de [Kallio et al. \(2018\)](#), o treinamento cognitivo sistemático não teve efeitos na cognição global ou na qualidade de vida, relacionada com a saúde, em idosos com demência leve a moderada. Assim, é justificado conduzir, em um primeiro momento, o estudo à população idosa, sem comprometimentos advindos de fatores avessos aos naturais, esperados com o envelhecer.

No mesmo sentido, ao considerar a função de teste cognitivo, a previsão do *design* para diferentes realidades é incongruente, haja vista que as alternativas de *design* não seriam previamente reconhecidas, para uso específico do usuário, uma vez que o teste tem, como principal função, a identificação, justamente, dessas diferenças, para prover resultados diante de

um contexto geral, parametrizado.

Diante do exposto, é relevante declinar das inúmeras alternativas de *design*, tarefa inerente do processo de *Design Unificado*, e priorizar as diretrizes de acessibilidade, avaliações heurísticas e experimentos com o usuário, a fim de compreender melhorias no *design único*, que permitam uma experiência de uso semelhante a todos os indivíduos presentes na parcela focal.

Ainda, a opção por declinar de *designs* alternativos, diminui o esforço nos experimentos de validação, uma vez que não apenas seriam imprescindíveis alterações de *design*, intrínsecas de interface e da jogabilidade, mas também experimentos controlados de validação, focados no universo produzido pelas alternativas de *design*, ao considerar os diferentes domínios cognitivos explorados.

Ao desconsiderar a confecção de *designs* alternativos, três etapas do processo de *Design Unificado* são inutilizadas, a saber: (2) Especialização polimórfica com alternativas de *design*, (3) Análise de adequação para as alternativas de projeto e (4) Análise de compatibilidade entre alternativas de *design*, conforme destacado na [Figura 31](#).

Figura 31 – Destaque das etapas atingidas com as modificações no *Design Unificado*

Fonte: Adaptada de [Grammenos, Savidis e Stephanidis \(2009\)](#).

Tais etapas visavam abranger diferentes alternativas de *design*, de modo a compreender as mais diversas características de usuários, comprometendo-se a exibir as mesmas funcionalidades dos jogos, adaptadas, seja em interface ou jogabilidade, à realidade do jogador, de modo a

se tornarem compatíveis, possibilitando que pessoas com deficiências totalmente diferentes, pudessem jogar, ao mesmo tempo, o mesmo jogo.

Diante de um contexto mais específico, propôs-se alterações no *Design Unificado*, resultando no processo denominado **Processo de design de jogos para treino e testes cognitivos envolvendo o público idoso (DJ-T2C)**¹, apresentado na [Figura 32](#). Nas próximas seções são descritas as alterações realizadas, em relação ao processo antecessor, o *Design Unificado*, e as seis etapas do DJ-T2C, especializadas.

7.1.1 Alterações realizadas

Com a eliminação da confecção dos *designs* alternativos, as etapas 2 a 4 do *Design Unificado* foram removidas, sendo substituídas por etapas apropriadas para abrangência específica de *Serious Games*, para teste e treinamento cognitivo, voltados ao público idoso.

Tais etapas compreendem as “*Especificações de elementos de interação com diferentes níveis de dificuldades*” e “*Análise de adequação com os diferentes domínios cognitivos*”, apresentadas mais adiante.

Destacou-se a avaliação de acessibilidade e usabilidade, formando uma etapa posterior à prototipação, de modo a priorizar sua relevância no processo.

Outra importante etapa inserida corresponde à de “*Experimento de validação*”, após o desenvolvimento do jogo. Tal atividade é fundamental para averiguar se os objetivos propostos com o jogo foram atingidos no desenvolvimento. Em caso afirmativo, o processo finaliza, tendo como produto um jogo para teste e/ou treinamento cognitivo. Do contrário, o processo retoma as etapas iniciais, para identificar possíveis problemas de planejamento, que possam ter culminado na não validação frente aos usuários finais e considerando os diferentes domínios cognitivos envolvidos.

7.1.2 Etapas do processo DJ-T2C

1. **Projeto do jogo baseado em tarefas:** da mesma maneira que o *Design Unificado*, nesta etapa decompõe-se as tarefas de alto nível, executadas pelas pessoas em interação com o jogo em particular, porém aqui já está predefinido que o meio será o *tablet*, por ser um dispositivo no qual o idoso apresenta facilidade em aprender e manusear, conforme visto no [Capítulo 1](#). Entende-se como importante o envolvimento de especialistas do domínio, para acompanharem as tarefas relativas ao jogo, de modo a fazerem o paralelo com os domínios cognitivos priorizados.
2. **Especificações de elementos de interação com diferentes níveis de dificuldades:** nesta etapa, inserida no processo de *design*, são considerados todos os elementos de interação

¹ DJ-T2C é um acrônimo para *Design* de Jogos para Treino e Testes Cognitivos.

Figura 32 – Representação do processo de *design* de jogos para treino e testes cognitivos envolvendo o público idoso (DJ-T2C)

Fonte: Elaborada pelo autor.

do jogo e elencados os níveis de dificuldades relativos a eles, frente ao domínio cognitivo priorizado, a fim de promover um desafio proporcional às capacidades do jogador. A dificuldade pode ser definida no início do jogo, por meio de configuração ou, o desenvolvedor pode prever o uso de algoritmos de adaptabilidade, em tempo de interação do jogador. A participação dos especialistas do domínio também é relevante nesta etapa, com o objetivo de verificar os diferentes níveis de dificuldades e se são apropriados para o jogo.

3. **Análise de adequação com os diferentes domínios cognitivos:** tendo divididas as tarefas do jogo, especificados os diferentes elementos de interação e nivelado os patamares de dificuldades relativos a eles, o acompanhamento por especialistas do domínio torna-se indispensável, para identificar se os elementos de interação e seus níveis de dificuldade são condizentes, de maneira a identificar diferentes graus de declínio e a quais domínios neurocognitivos priorizam, para o treinamento. Na análise de adequação, também é esperado que a equipe de desenvolvimento tome ciência dos diferentes conjuntos de diretrizes de acessibilidade, de modo a aprenderem com seus requisitos e construam protótipos alinhados a elas, diante do público alvo.
4. **Prototipação:** nesta etapa, são desenvolvidos protótipos refinados, já buscando atender as diretrizes de acessibilidade e próximos ao que é esperado do jogo final, a fim de proporcionar validações mais fidedignas, quando submetidos ao usuário final.
5. **Avaliação de acessibilidade e usabilidade:** tendo o jogo ou o protótipo como objetos de teste, passa-se a analisar a aderência aos conjuntos de requisitos de acessibilidade e usabilidade, utilizando conjuntos de diretrizes, heurísticas e posteriormente, experimentos com o usuário final.
6. **Desenvolvimento:** após o protótipo ser avaliado, o jogo é desenvolvido, acompanhando as melhorias resultantes do processo anterior. É importante observar que toda e qualquer inclusão de funcionalidade, pode produzir problemas de usabilidade e acessibilidade, assim após o desenvolvimento das melhorias, é relevante reproduzir outra análise.

Ainda, diante da importância do usuário final no processo de *design*, conforme visto na [Subseção 2.1.2](#), o mesmo deve estar bastante presente, desde o início do processo, a fim de minimizar efeitos de adequação dos protótipos, tornando-os mais alinhados à necessidade do público idoso.

O desenvolvimento do jogo só é considerado finalizado, após passar por um experimento de validação com usuários representativos do domínio, de modo a identificar se os testes, de fato, identificam o perfil cognitivo do indivíduo ou, se o domínio cognitivo esperado está sendo trabalhado, em formato de treino, com os jogos digitais.

7.2 Prova de conceito

Além dos jogos que integraram o teste cognitivo digital, foram desenvolvidas três propostas para jogos, como provas de conceito do DJ-T2C, que trabalham os seguintes domínios: *Habilidade Visuoespacial; Memória Imediata; Percepção Visual; Atenção; Funcionamento Executivo; Memória Incidental; Praxia; Cognição Social e; Abstração.*

Com os diferentes domínios cognitivos sendo trabalhados em jogos específicos, a partir do resultado obtido no teste cognitivo digital, o usuário poderá, em um trabalho futuro, ser direcionado para os jogos que melhor o beneficiarão.

Os jogos, nomeados como “Jogo 1 – Investigação”, “Jogo 2 – Cozinha” e “Jogo 3 – Mudança”, são descritos a seguir.

7.2.1 Jogo 1 – Investigação

Neste jogo, o jogador recebe o papel de segurança de um museu e tem como missão reconhecer o suspeito de danificar uma das peças, mas quando as câmeras são analisadas, a imagem está distorcida e o segurança do local pede ajuda para descobrir quem foi o suspeito. A imagem distorcida aparece e, na sequência, o jogador deve apontar quem é o possível suspeito pelas características e detalhes da face mostrada pela câmera. Por fim, depois da descoberta do suspeito, um quebra cabeça da peça quebrada aparece e o jogador deve reconstruir a peça de arte quebrada, assemelhando-se muito ao Tangram.

7.2.1.1 Descrição das tarefas

Na primeira etapa do jogo, o jogador verá uma imagem do rosto do suspeito de ter causado os danos. Na versão de nível fácil, o jogador consegue ver, claramente, o rosto do suspeito, como na [Figura 33](#) e [Figura 34](#).

Na etapa final é então apresentada a silhueta da obra de arte danificada para o jogador, além das peças que compõem a obra. O jogador deve, então, reconstruir a peça de arte quebrada.

7.2.1.2 Diferentes níveis de dificuldade

Nas versões mais difíceis, para a primeira etapa do jogo, são feitos “cortes” no rosto e os pedaços são deslocados, como se fossem imagens de câmeras defeituosas. Quanto maior a dificuldade, mais cortes e mais deslocamentos nas peças do rosto.

Na segunda etapa, o número de peças e a complexidade da peça final são as variáveis que ajustam a dificuldade desta última etapa.

7.2.1.3 Domínios cognitivos

Na tarefa de visualizar as faces do suspeito desfigurada na câmera, para então identificar o suspeito, na delegacia, exercita-se bastante a percepção visual, a memória incidental, a abstração e a habilidade visuoespacial.

Já na tarefa de reconstrução do vaso, tem-se como exercício o domínio relacionado à praxia, atenção e a habilidade visuoespacial.

7.2.1.4 Protótipo

Figura 33 – Seleção de suspeitos para o Jogo 1.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A seguinte discussão para tomada de decisões referente ao problema computacional apresentado durante as partes que formam este jogo, foi realizada durante o processo de desenvolvimento.

Parte 1 - Exibir uma face, gerada aleatoriamente, de maneira distorcida

Para esse problema, era preciso gerar uma imagem de uma face de maneira aleatória. Feito isso, precisá-va-se embaralhar essa imagem de algum modo, que sua identificação fosse dificultada (parte da mecânica do jogo).

Para criar a face aleatoriamente, a mesma foi dividida em partes, sendo elas: rosto, cabelo, olho, nariz e boca. Foram criadas várias versões diferentes de cada parte. Qualquer combinação de partes é válida, ou seja, qualquer rosto pode ser combinado com qualquer cabelo, nariz, olho e boca. Uma face é definida através da combinação dos índices das partes que a compõem, ou seja, a face “1, 2, 1, 0, 4” representa uma face construída a partir do rosto 1, cabelo 2, olho 1, nariz 0 e boca 4.

Figura 34 – Seleção de suspeitos para o Jogo 1.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para criar o efeito de “embaralhamento” da face, separa-se a face em n segmentos, verticais ou horizontais, e desloca-se uma quantidade aleatória x da sua posição original. Vale ressaltar que essa quantidade x , apesar de aleatória, respeita um intervalo ($I_{min} \leq x \leq I_{max}$) definido pelo programa. Os parâmetros que podem ser ajustados, neste caso, são: o número n de segmentos em que a imagem pode ser dividida e os intervalos I_{min} e I_{max} .

Parte 2 - Exibir n faces, cujo objetivo do jogador é identificar, dentre essas faces, qual foi a face exibida na Parte 2

Aqui, o programa precisa gerar uma quantidade n de faces (faces de confusão), que obedecem um intervalo de diferença $[s_{min}, s_{max}]$, da face gerada na Parte 2. Uma configuração de jogo fácil resultaria na exibição de poucas faces, com grande diferença, da face gerada na Parte 2, enquanto que em uma configuração difícil, o jogador teria que identificar essa face dentre um número maior de faces, que fossem relativamente parecidas com a face gerada na Parte 2.

Na fase inicial do desenvolvimento, pensou-se em gerar as faces de confusão aleatoriamente. Porém, essa abordagem foi logo descartada, pois apresentava pouca possibilidade de adaptação; não havia qualquer controle sobre quais faces seriam geradas, portanto seria impossível estimar o grau de dificuldade do problema. Por exemplo, poderiam ser geradas faces muito semelhantes à face gerada na Parte 2. Portanto, tornou-se evidente que as faces precisariam ser geradas utilizando-se alguma heurística.

Formalizou-se o problema principal e consequentes subproblemas da seguinte maneira:

1. **Problema principal:** Gerar n faces distintas que apresentam um grau de diferença de no mínimo s_{min} e no máximo s_{max} , de uma face inicial F_1 .

- Subproblema 1: Como medir o grau de diferença s entre duas faces F_1 e F_2 ? Ou seja, determinar uma função *Diferença* tal que $Diferença(F_1, F_2) = s$.
- Subproblema 2: Como, a partir de uma face F_1 e um intervalo de diferença $[s_{min}, s_{max}]$, gerar uma face F_2 , que apresente grau de diferença s_D (com $s_{min} \leq s_D \leq s_{max}$) de F_1 ? Ou seja, determinar uma função *GeraFace* tal que $GeraFace(F_1, [s_{min}, s_{max}]) = F_2$ e $Diferença(F_1, F_2) = s_D$, $s_{min} \leq s_D \leq s_{max}$.
- Subproblema 3: Como, a partir de uma face F_1 , e um intervalo de diferença $[s_{min}, s_{max}]$, gerar um conjunto C_F , que contém n faces, que apresente grau de diferença s_D , da face F_1 , de modo que, para qualquer elemento F , de C_F , $Diferença(F_1, F) = s_D$, $s_{min} \leq s_D \leq s_{max}$.

A abordagem escolhida para solucionar os problemas acima foi representar todas as combinações de face possíveis, utilizando-se uma estrutura de dados de árvore. Cada nível da árvore representa uma parte da face, e visitar um nó desta árvore significa escolher o tipo da parte da face.

Por exemplo: suponha que se possa definir uma face apenas com o tipo de rosto e nariz, e que só existam 3 tipos de rostos diferentes e 3 tipos de narizes. Tem-se então a árvore representada na [Figura 35](#).

Figura 35 – Árvore de decisão.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Logo, gerar a face “1, 3” seria equivalente a percorrer o caminho ilustrado na [Figura 36](#).

O algoritmo de geração de face percorre a árvore, partindo da raiz até um nó folha, como demonstrado na [Figura 36](#). Cada nó filho tem a mesma chance de ser escolhido. Para que não exista a possibilidade do algoritmo gerar uma face repetida, ao chegar em uma folha, o algoritmo remove a conexão dessa folha com o nó pai, conforme [Figura 37](#), não sendo possível gerar a face “1,3” novamente.

Para medir a diferença entre duas faces, parte-se do pressuposto de que cada componente de uma face possui um “peso” diferente para caracterizá-la. Por exemplo, o formato do rosto

Figura 36 – Caminho percorrido.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 37 – Árvore sem a conexão com a folha.

Fonte: Elaborada pelo autor.

deve possuir um peso maior do que a boca, pois ele produz um “impacto” maior na aparência do rosto.

Na confecção dos elementos das faces, o artista criou um elemento inicial e a versão seguinte deste tipo de elemento era uma variação do elemento inicial. Por exemplo, o segundo tipo de nariz era uma variação do primeiro tipo, o terceiro tipo era uma variação do segundo e assim por diante. Então é válido afirmar que o segundo nariz é mais parecido com o primeiro, do que com o quarto.

Por fim, para calcular o grau de diferença s_D de duas faces $F_1 = "I_1, I_2, \dots, I_n"$ e $F_2 = "I'_1, I'_2, \dots, I'_n"$, com componentes de peso $w = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ e, com número de componentes diferentes $c = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$, tem-se a fórmula:

$$s_D = \sum_{i=1}^n \frac{|I_i - I'_i|}{c_i - 1} \cdot w_i$$

Por exemplo, se $F_1 = "0, 0, 1"$, $F_2 = "2, 2, 0"$, $w = \{0.3, 0.3, 0.4\}$, $c = \{3, 3, 3\}$, então:

$$s_D = \frac{|0 - 2|}{3 - 1} \cdot 0.3 + \frac{|0 - 2|}{3 - 1} \cdot 0.3 + \frac{|1 - 0|}{3 - 1} \cdot 0.4 = 0.8$$

Para garantir que uma face gerada esteja dentro do intervalo $[s_{min}, s_{max}]$, a árvore deve ser podada, de maneira que nenhuma face possível de ser gerada esteja fora desse intervalo.

Para realizar essa poda, utilizou-se um algoritmo inspirado no de otimização “*Branch-and-bound*” (NARENDRA; FUKUNAGA, 1977), em que cada ramo da árvore é avaliado do seguinte modo: se, em um ramo, a face com maior grau de diferença possível de ser gerada for menor que s_{min} ou, se a face com menor grau de diferença possível for maior que s_{max} , esse ramo é podado.

7.2.1.5 Avaliação de acessibilidade e usabilidade

O protótipo foi submetido a avaliação por um grupo de 9 indivíduos de 51 a 81 anos de idade, os quais já detinham experiência no uso de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*. Utilizando o teste de usabilidade *Think aloud* (FONTEYN; KUIPERS; GROBE, 1993), foram observados problemas de usabilidade e acessibilidade, a serem corrigidos para o desenvolvimento final do jogo, para posterior experimento de validação.

Alguns dos problemas encontrados foram:

- Contextualizar melhor a narrativa do jogo e seus personagens;
- Nos balões de diálogo, evitar deixar espaços vazios após o conteúdo textual;
- Não sobrepor o escrito, tendo o fundo transparente;
- Tornar de fácil percepção o controle a ser utilizado;
- Evitar tempo demasiado de resposta;
- Utilizar formas de botões que remetam a um padrão;
- Descrever instruções mais claras;
- Utilizar um único padrão de fonte, com tamanho adequado ao público pretendido.

7.2.2 Jogo 2 – Cozinha

Neste jogo, o jogador assume a posição de um ajudante de cozinha em um restaurante renomado, mas que economiza no número de funcionários. Assim sendo, o jogador deverá desempenhar diversas tarefas dentro do restaurante.

7.2.2.1 Descrição das tarefas

A primeira tarefa do jogador é picar alimentos que vêm em uma esteira, como em uma linha de produção, ilustrada na Figura 38. O jogador deve estar atento para picar apenas aquilo

Figura 38 – Picagem de alimentos inteiros - Jogo 2.

Fonte: Elaborada pelo autor.

que é indicado pelo *chef*. A qualquer momento da tarefa, o *chef* pode mudar qual é o tipo de alimento a ser picado, aparecendo brevemente na tela e emitindo uma ordem.

Na segunda etapa, o jogador deve memorizar a ordem de chegada dos clientes e quais as mesas associadas para cada um deles, pelo recepcionista (Figura 39). Depois de receber todos os clientes, o jogador deve escolher as mesas, para que os clientes se sentem, na mesma ordem de chegada.

Figura 39 – Memorizar a ordem de chegada dos clientes - Jogo 2.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A terceira e última etapa é recomendar pratos aos clientes, de acordo com o humor de

cada um deles. É exibido para o jogador, por um determinado tempo, um *menu*, [Figura 40](#), com todos os pratos do restaurante, cada um para um tipo de humor. O jogador deve então memorizar o menu e, logo em seguida, reconhecer as expressões de cada cliente, recomendando o prato de acordo com o humor observado, [Figura 41](#).

Figura 40 – Cardápio com os pratos recomendados para os diferentes humores - Jogo 2.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 41 – Tela de recomendação do prato para o cliente - Jogo 2.

Fonte: Elaborada pelo autor.

7.2.2.2 Diferentes níveis de dificuldade

Na primeira tarefa, a velocidade da esteira, variedade de alimentos disponíveis, porcentagem de alimentos alvo do jogador e tempo entre ordens do *chef*, são as variáveis que controlam a

dificuldade.

Na segunda tarefa, as variáveis de dificuldade são: tamanho da sequência de clientes, tempo de permanência de um número na tela e quantas mesas estão disponíveis, de 1 a 9.

7.2.2.3 Domínios cognitivos

Com relação à primeira tarefa, os domínios cognitivos prioritários são a atenção, funcionamento executivo e memória imediata.

Na segunda tarefa, exercita-se a memória incidental, enquanto na última tarefa, tem-se o agrupamento de domínios cognitivos, como cognição social e memória incidental.

7.2.2.4 Protótipo

Optou-se por uma estética com mais expressividade para a boca, olhos, nariz e sobrancelha, de modo a permitir o exagero para o registro das expressões faciais. As variáveis que controlam a dificuldade nesta etapa são: número de clientes, número de humores possíveis e tempo para memorização do menu.

7.2.2.5 Avaliação de acessibilidade e usabilidade

No experimento com os usuários, para este jogo, resultaram em possíveis melhorias:

- Implementar *feedback* de tempo para término de uma tarefa;
- O item a ser cortado é mostrado no meio da tela e como a esteira é dupla (lado direito e esquerdo), os jogadores acabavam posicionando a mão em cima do mostrador do item a ser cortado, dificultando a jogabilidade;
- As instruções em algumas tarefas não eram claras ao jogador;
- Na tarefa de memorizar as mesas dos usuários, o personagem foi erroneamente alterado na etapa de indicação do número da mesa. Assim, além da sequência numérica das mesas, os jogadores se preocupavam em memorizar a característica do personagem e por essa não condizer com a primeira etapa (quando os números eram mostrados para memorização), houve muita confusão.

7.2.3 Jogo 3 – Mudança

Neste jogo, o jogador auxilia um fotógrafo aposentado, que está realizando uma mudança de residência. Enquanto está arrumando sua mudança, o personagem encontra uma velha caixinha de músicas e tenta se recordar quais eram as posições das perfurações na fita de sua música favorita. Cada perfuração representa uma nota, dentro de uma oitava, [Figura 42](#).

Figura 42 – Instruções para o Jogo 3.

Fonte: Elaborada pelo autor.

7.2.3.1 Descrição das tarefas

Neste primeiro momento, o jogador deve memorizar, dentro de alguns segundos, as posições das perfurações da fita que o personagem se recorda. Depois de memorizar, é pedido ao jogador que repita os furos em suas respectivas posições.

Na segunda etapa, o fotógrafo encontra seu álbum de fotos desorganizado e pede ao jogador que o ajude a organizá-lo. Em cada página do álbum existe uma única foto, de quatro fotos, fora do lugar. O jogador deve escolher, dentre as opções disponíveis, qual é a foto que completa a página.

Em cada uma das páginas, existe uma relação entre as fotos presentes, sendo necessário que o jogador utilize as informações das três fotos na página, para compreender a relação entre elas.

Em seguida, o personagem, partindo da casa, passa pelo piano e decide tocar a mesma música que se recorda da fita da caixinha de músicas. Essa tarefa é muito similar a jogos como *Rock Band* e *Guitar Hero*. O jogador tem a visão de parte das teclas do piano e as notas aparecem da esquerda para a direita, já na posição correta. O jogador deve apenas tocar as teclas do piano, quando tocadas pelas respectivas notas.

7.2.3.2 Diferentes níveis de dificuldade

Na primeira tarefa, a dificuldade é dada pelo número máximo de colunas para perfuração e o número máximo de perfurações, sendo que o número de linhas permanece inalterado. Cada linha representa uma nota musical.

Já, na segunda tarefa, a dificuldade é dada pela relação entre as fotos da página e o

número de possibilidades para completá-la.

Na última etapa, as variáveis que controlam a dificuldade são: a velocidade com que as notas se movimentam, quantidade de notas e repetições do mesmo trecho de música.

7.2.3.3 Domínios cognitivos

Na primeira tarefa, os domínios cognitivos prioritários são a memória incidental e atenção, enquanto na segunda tarefa prioriza-se a abstração e a percepção visual.

Já, na última tarefa, os domínios cognitivos presentes são a atenção e a função executiva.

7.2.3.4 Avaliação de acessibilidade e usabilidade

No experimento com os usuários, para avaliação deste jogo, foram identificados problemas que resultaram nas possíveis melhorias:

- Os jogadores se sentiram incomodados com a representação do personagem, como uma pessoa idosa, utilizando bengala, uma vez que os jogos têm como propósito o envelhecimento saudável;
- Comandos não intuitivos;
- A arte da partitura e do teclado se confundiam, precisando um retrabalho para prover uma diferenciação visual.

7.3 Considerações finais

Diante do exposto neste capítulo, buscou-se especializar o *Design Unificado*, propondo mudanças necessárias e observadas durante o desenvolvimento e validação do teste cognitivo digital, para o público idoso.

Assim, o DJ-T2C passou a ser referência para a criação dos jogos na [Seção 7.2](#), desenvolvidos como prova de conceito, e para futuros jogos, devendo ser aprimorado conforme novas necessidades se apresentem.

Os jogos, desenvolvidos como prova de conceito, buscaram compreender os diferentes domínios cognitivos, diante da possibilidade de prover treinamento cognitivo aos usuários. Foram realizadas as etapas do DJ-T2C, com participação ativa de especialistas e do usuário final, para composição das tarefas, escolha dos elementos de interação, com possibilidade de ajustes para promoção de diferentes níveis de dificuldade e análise das tarefas, diante dos domínios cognitivos abordados. Todos foram pensados a partir das tarefas que avaliam as capacidades cognitivas, presentes no teste cognitivo digital, de modo a estarem alinhados a ele, promovendo não apenas o treinamento, como também possibilitando, futuramente, a identificação, em tempo de execução, de variações que possam significar o início de algum eventual declínio.

O papel dos especialistas em gerontologia e do médico foi fundamental para a criação das temáticas dos jogos, suas tarefas e adaptação de níveis de dificuldades, associados aos diferentes níveis de habilidades, por domínio cognitivo. Também colaboraram no trato com os idosos, que ocorreu durante os experimentos com o usuário final.

Adotando-se o processo de *design* DJ-T2C, descrito neste capítulo, foi possível construir os jogos até a etapa de prototipação e avaliação de usabilidade e acessibilidade. Desse modo, o desenvolvimento dos jogos foi um exercício que comprova a viabilidade do DJ-T2C, especialmente em comparação com seu precursor, o *Design* Unificado. Observamos que, para o objetivo desta tese, portanto, a validação dos jogos, diante dos diferentes domínios cognitivos, não foi conduzida a partir de experimentos controlados.

CONCLUSÕES

A população brasileira de adultos mais velhos “incluída digitalmente” está entre os indivíduos de idade entre 50 a 65 anos, que possivelmente foram introduzidos às tecnologias digitais já em seu próprio ambiente de trabalho ou por motivação inerentemente pessoal, e estão caracterizados como a geração *baby boomers*. Essa geração tem como característica uma grande preocupação com sua qualidade de vida e, acima de tudo, com a valorização da sua autonomia.

Esta pesquisa possibilitou maior enfoque nesse público, como potenciais usuários de jogos digitais, não apenas pelos benefícios de lazer que eles representam, mas também pelo seu forte viés à saúde. Durante a definição dos dois experimentos, foram fundamentais, tanto a observação das características dos usuários, como o desenvolvimento dos protótipos, adotando-se um processo de desenvolvimento, como o *Design Unificado*. Em especial, o processo *Design Unificado*, incorporando-se à avaliação de usabilidade e acessibilidade que o idoso requer.

De fato, trabalhar com a grande heterogeneidade dos problemas que acometem as pessoas no processo de envelhecimento é um desafio. Assim, o projeto das interfaces e das interações nos jogos digitais devem atender demandas relativas às dificuldades por usuários que apresentem prejuízos físicos e cognitivos, comprometendo distintamente, em número e grau, as funções exigidas para o aproveitamento de um jogo digital. Por isso, não basta apenas conhecer o público idoso, mas também proporcionar ferramentas e material teórico que contribua com o papel crucial do desenvolvedor, a fim de que possa ser também o principal difusor de práticas para promoção da acessibilidade diante dos seus próprios projetos de desenvolvimento.

8.1 Principais Contribuições

Durante os estudos realizados nesta tese, percebeu-se que, principalmente em jogos digitais, a aplicação inflexível e generalizada de critérios de acessibilidade pode inviabilizar uma experiência enriquecedora por parte de alguns usuários em detrimento de outros. Portanto, é fundamental tanto a identificação do perfil do público-alvo da avaliação, bem como compreender

qual deve ser o mecanismo de adaptação, do nível de jogabilidade e apresentação do jogo digital.

A partir da experimentação do jogador com o jogo, pode-se considerar uma adaptação personalizada, tanto na interface do jogo, como nas funções dependentes do tempo (*performance*). Para essa personalização, defende-se que o teste cognitivo, cujo objetivo seja o de levantar as características do usuário sob avaliação, mostra-se como um recurso tecnológico fundamental para direcionar esse usuário a uma experiência profícua, possível, e de acordo com sua realidade.

Foi investigada a adoção de *Serious Games* considerando-se procedimentos de avaliação cognitiva, com o público idoso do Brasil. De fato, as tecnologias digitais se tornam cada vez mais uma realidade para o mundo atual, e os novos idosos já têm sido introduzidos a elas, muitas vezes, desde seu próprio ambiente familiar ou de trabalho.

Assim, interligar o potencial de jogos, por meio de *Serious Games*, à demanda da sociedade atual, cujo contingente populacional se expande rapidamente, apresenta-se como um quesito mais que natural. Esse contexto motivou esta pesquisa de tese, a qual sugere, respondendo à questão de pesquisa apresentada na [Seção 1.2](#):

“– É possível atingir resultados semelhantes, a partir de jogos digitais adaptados às necessidades do idoso, em formato de teste cognitivo digital, aos obtidos pelos testes baseados em papel, já validados e comumente utilizados por profissionais da saúde”.

Sintetizando o esforço de pesquisa, foi proposto o método de apoio ao processo de desenvolvimento de jogos digitais, que pode colaborar com a etapa de especialização polimórfica do *Design Unificado*, direcionando os jogadores às alternativas inerentes às características cognitivas individuais do jogador (teste cognitivo digital). Também foram realizadas alterações no *Design Unificado*, promovendo um processo de *design* específico para a realidade do indivíduo idoso, diante do processo natural de envelhecimento.

Especializando o *Design Unificado* para o público idoso, com até leve declínio cognitivo, provocado pelo processo natural de envelhecimento, criou-se o “Processo de *design* de jogos para treino e testes cognitivos envolvendo o público idoso (DJ-T2C)”. Esse novo processo (**DJ-T2C**), definido, visa contribuir para a criação de jogos específicos a essa realidade, que treinem ou testem os domínios cognitivos de idosos.

Foram planejados e desenvolvidos três jogos, como prova de conceito do DJ-T2C, que lidam com diferentes domínios cognitivos, conforme discutido na [Seção 7.2](#).

Publicações originadas da tese

1. AMARAL, L. A.; FORTES, R. P. M.; CHAGAS, M. H. N.; CASTRO, P. C.; BITTAR, T. J.; LOBATO, L. L. *Towards adopting serious games for cognitive tests with brazilian*

- older people*. *SBC Journal on Interactive Systems*, v. 10, n. 1, p. 17-29, 2019. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/jis/article/view/93467>>
2. SILVA, C. L. O.; ABRAHÃO, A. R. R.; AMARAL, L. A.; FORTES, R. P. M. . *Experiência de uso de idosos frente a interfaces digitais*. *Anais do 11º Congresso Paulista de Geriatria e Gerontologia*, São Paulo, p. 412, 2019.
 3. AMARAL, L. A.; FORTES, R. P. M.; BITTAR, T. J.. *Digital Cognitive Tests with Brazilian elderly*. In: *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web: workshops e pôsteres*, 2018, Salvador-BA. Porto Alegre:SBC, p. 139-143, 2018. Disponível em <https://sol.sbc.org.br/index.php/webmedia_estendido/article/view/4072>
 4. AMARAL, L. A.; FORTES, R. P. M.; BITTAR, T. J.. *A4U - an approach to evaluation considering accessibility and usability guidelines*. In: *Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web - WebMedia '18*, Salvador-BA. New York: ACM Press, p. 295-298, 2018. Disponível em <<https://sol.sbc.org.br/index.php/webmedia/article/view/4591>>
 5. FUNES, M. M.; AMARAL, L. A.; FORTES, R. P.M.; GOULARTE, R.. *Game Development for Researchers*. In: *Proceedings of the 23rd Brazillian Symposium on Multimedia and the Web - WebMedia '17*, Gramado-RS. New York: ACM Press, p. 27-28, 2017. Disponível em <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3126858.3131632>>
 6. FORTES, R. P. M.; SALGADO, A. L.; SANTOS, F. S.; AMARAL, L. A.; SILVA, E. A. N.. *Game Accessibility Evaluation Methods: A Literature Survey*. *LNCSS - Lecture Notes in Computer Science*. 1ed.: Springer International Publishing, p. 182-192, 2017. Disponível em <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58706-6_15>
 7. SALGADO, A. L.; AMARAL, L. A.; FORTES, R. P.M.; CHAGAS, M. H. N.; JOYCE, G.. *Addressing Mobile Usability and Elderly Users: Validating Contextualized Heuristics*. *LNCSS - Lecture Notes in Computer Science*. 1ed.: Springer International Publishing, p. 379-394, 2017. Disponível em <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58634-2_28>
 8. SALGADO, A. L.; AMARAL, L. A.; CASTRO, P. C.; FORTES, R. P. M.. *Designing for Parental Control: Enriching Usability and Accessibility in the Context of Smart Toys*. In: Tang, Jeff K.T.; Hung, Patrick C. K. (Org.). *Chapter*. *Computing in Smart Toys*. 1ed. Cham: Springer International Publishing, p. 103-125, 2017. Disponível em <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62072-5_7>
 9. FUNES, M. M.; AMARAL, L. A.; GOULARTE, R.; FORTES, R. P. M.. *Game Development for Researchers: From Concept to User Experience Data Collection*. In: Eduardo Barrére; Leandro Krug Wives; Valter Roesler; José Valdeni de Lima; Roberto Willrich.

- (Org.). Chapter. XXIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web: minicursos. 23ed. Porto Alegre: SBC, p. 57-94, 2017. Disponível em <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3126858.3131632>>
10. SALGADO, A. L.; AMARAL, L. A.; FREIRE, A. P.; FORTES, R. P. M.. *Usability and UX practices in small enterprises*. In: *Proceedings of SIGDOC '16 - 34th ACM International Conference on the Design of Communication*, Washington-DC. Silver Spring, p. 1-9, 2016. Disponível em <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/2987592.2987616>>
11. BITTAR, T. J.; LOBATO, L. L.; AMARAL, L. A.; LONGO, E.. *An Approach to Manage Evaluations Using an Interactive Board Game: The Ludo Educational Atlantis*. In: *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI'2015)*, 2015, Goiania. v. 1, p. 525-532, 2015. Disponível em <<https://dl.acm.org/doi/10.5555/2814058.2814142>>

8.2 Limitações

O teste cognitivo digital não foi integrado com os três jogos desenvolvidos, o que representaria o desfecho de um ambiente propício para o treinamento cognitivo adaptado à realidade do usuário. A expectativa era de que, uma vez finalizado o teste cognitivo digital, o ambiente direcionaria o usuário a um dos três jogos, de acordo com o *score* obtido por ele, em um ou mais subtestes, considerando o domínio a ser treinado. De fato, esta integração já é possível (não ao nível computacional, por não ter sido desenvolvido/implementado), pois o teste cognitivo digital já computa o resultado da interação do usuário, bastando fazer um comparativo com a classificação do *score* dos testes validados em papel, para averiguar qualquer indício de declínio e então indicar o jogo para o treinamento.

Durante os experimentos não foram aplicados testes aos grupos de idosos, com prevalência de transtornos neurocognitivos, a fim de verificar a correta identificação dessas possíveis doenças, porém desde o princípio o estudo não objetivou diagnosticar doenças, substituindo o papel fundamental do médico, mas sim analisar pequenas variações que possam identificar precocemente alterações neurológicas, contribuindo assim para um diagnóstico precoce e possível encaminhamento em tempo hábil ao tratamento médico, bem como treinamento cognitivo a partir de jogos digitais, que trabalham o domínio específico do declínio identificado.

Ademais, um maior número de aplicações do teste é necessário, a fim de prover acurácia aos *scores* dos testes cognitivos, parametrizando-os de acordo com as variantes situações do usuário, e promovendo maior precisão dos resultados.

8.3 Trabalhos futuros

O projeto realizado durante essa pesquisa de tese terá continuidade sob a coordenação deste pesquisador, com a aprovação recente da segunda etapa de seu projeto PIPE (processo

FAPESP 2017/14952-4). Os jogos e os testes serão relacionados entre si, todos em contexto digital, de modo a focar não mais totalmente nas variáveis resultantes da interação, mas sim no comportamento e declínios do indivíduo. Ou seja, sabendo previamente os declínios dos indivíduos, será observada a diferença dos resultados de cada população, de modo a calibrar os jogos às diferentes realidades e buscar padrões de interação.

Como já mencionado na Seção anterior, a integração do teste cognitivo a jogos de treinamento é um passo que avança esta pesquisa, e portanto propicia uma ampliação de outras questões a serem investigadas, como por exemplo, quais prioridades devem ser adotadas no direcionamento dos treinamentos cognitivos, ou ainda quais recursos de interação propiciariam mais aceitação e desafios positivos aos idosos, que facilitassem o seu engajamento com os treinos, entre outros. Além disso, com a variedade de dispositivos e recursos de Tecnologia Assistiva, e seus constantes avanços, uma pesquisa futura pode ser dedicada a contribuir com o público idoso que já apresenta transtornos neurocognitivos. Nesse aspecto, a investigação requer foco de atenção na acessibilidade, que é fundamental, como já estudada nesta tese, mas que torna-se ainda mais prioridade essencial.

A partir dos resultados obtidos com o teste cognitivo digital, espera-se que a interação do usuário possibilite fornecer indicativos para direcioná-lo a jogos de treinamento, desenvolvidos a partir do processo **DJ-T2C**, que trabalhem, especificamente, seus domínios cognitivos afetados por algum declínio.

Uma possível linha de trabalhos futuros é a adaptação dinâmica da mecânica dos jogos à realidade do jogador, de modo a promover tarefas com dificuldades/desafios coerentes a ele, evitando assim desestimulá-lo, por serem muito fáceis ou muito difíceis.

Ademais, com o processo de *design* DJ-T2C, como um dos resultados principais, proveniente de todo o estudo e trabalhos conduzidos, busca-se promover jogos mais adequados à temática de treinamento cognitivo, visando o público específico de mais idade.

REFERÊNCIAS

ABEELE, V. A. V.; ROMPAEY, V. V. Introducing human-centered research to game design: Designing game concepts for and with senior citizens. In: **CHI '06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2006. (CHI EA '06), p. 1469–1474. ISBN 1-59593-298-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1125451.1125721>>. Citado nas páginas 42 e 43.

AL-RAZGAN, M. S.; AL-KHALIFA, H. S.; AL-SHAHRANI, M. D. Heuristics for Evaluating the Usability of Mobile Launchers for Elderly People. In: MARCUS, A. (Ed.). **Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience: Third International Conference, DUXU 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part I**. Cham: Springer International Publishing, 2014. p. 415–424. ISBN 978-3-319-07668-3. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-07668-3_40>. Citado nas páginas 34, 97 e 98.

ALVES, F. O.; ZANINOTTO, A. L. C.; MIOTTO, E. C.; LUCIA, M. C. S. d.; SCAFF, M. Avaliação da atenção sustentada e alternada em uma amostra de adultos saudáveis com alta escolaridade. **Psicologia Hospitalar**, Centro de Estudos Psicologia da Saúde da Divisão de Psicologia ICHCFMUSP, v. 8, n. 2, p. 89–105, 2010. ISSN 1677-7409. Citado na página 120.

ALVES, J. E. D. Envelhecimento populacional no brasil e no mundo. **Revista Longeviver**, Ano I, n. 3, 2019. ISSN 2596-027X. Citado na página 47.

AMARAL, L. A. do; FORTES, R. P. de M.; BITTAR, T. J. A4u-an approach to evaluation considering accessibility and usability guidelines. In: ACM. **Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. Salvador - BA, 2018. p. 295–298. Citado na página 28.

_____. Digital Cognitive Tests with Brazilian elderly. In: SBC. **Anais Estendidos do XXIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web**. Salvador - BA, 2018. p. 139–143. Citado na página 30.

ANDERSEN, R.; HACKOS, J. Increasing the value and accessibility of academic research: Perspectives from industry. In: **Proceedings of the 36th ACM International Conference on the Design of Communication**. New York, NY, USA: ACM, 2018. (SIGDOC '18), p. 5:1–5:10. ISBN 978-1-4503-5935-1. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/3233756.3233959>>. Citado na página 37.

ANDERSON, M.; PERRIN, A. Technology use among seniors. **Washington, DC: Pew Research Center for Internet & Technology**, 2017. Citado na página 48.

APRAHAMIAN, I.; MARTINELLI, J. E.; NERI, A. L.; YASSUDA, M. S. The accuracy of the clock drawing test compared to that of standard screening tests for alzheimer's disease: results from a study of brazilian elderly with heterogeneous educational backgrounds. **International psychogeriatrics / IPA**, v. 22, n. 1, p. 64–71, fev 2010. ISSN 1041-6102. Citado na página 80.

ASSOCIATION, A. P. *et al.* **Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)**. [S.l.]: American Psychiatric Pub, 2013. Citado na página 81.

ATKINSON, M. T.; GUCUKOGLU, S.; MACHIN, C. H. C.; LAWRENCE, A. E. Making the mainstream accessible: What's in a game? In: _____. **Lecture Notes in Computer Science**. Linz, Austria: [s.n.], 2006. LNCS 4061, p. 380–387. Citado na página 65.

- BALL, C.; FRANCIS, J.; HUANG, K.-T.; KADYLAK, T.; COTTEN, S. R.; RIKARD, R. The physical–digital divide: Exploring the social gap between digital natives and physical natives. **Journal of Applied Gerontology**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, p. 0733464817732518, 2017. Citado na página 48.
- BARLET, M. C.; SPOHN, S. D. Includification: A practical guide to game accessibility. **The Ablegamers Foundation, Charles Town**, 2012. Citado na página 43.
- BEESTON, J.; POWER, C.; CAIRNS, P.; BARLET, M. Accessible player experiences (apx): The players. In: SPRINGER. **International Conference on Computers Helping People with Special Needs**. [S.l.], 2018. p. 245–253. Citado na página 43.
- BERN, B. G. From Theory to Practice: Experiences of Industry-academia Collaboration from a Practitioner. In: **Proceedings of the 5th International Workshop on Software Engineering Research and Industrial Practice**. New York, NY, USA: ACM, 2018. (SER&IP'18), p. 22–23. ISBN 978-1-4503-5744-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/3195546.3195552>>. Citado na página 37.
- BERTOLUCCI, P. H.; OKAMOTO, I. H.; BRUCKI, S. M.; SIVIERO, M. O.; NETO, J. T.; RAMOS, L. R. Applicability of the cerad neuropsychological battery to brazilian elderly. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 59, n. 3-A, p. 532–536, set 2001. ISSN 0004-282X. Citado na página 81.
- BEZANILLA, M.; ARRANZ, S.; RAYN, A.; RUBIO, I.; MENCHACA, I.; GUENAGA, M.; AGUILAR, E. A proposal for generic competence assessment in a serious game. **Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal)**, University of Alicante, v. 3, n. 1, p. 42–51, 2014. Citado na página 50.
- BIERRE, K.; CHETWYND, J.; ELLIS, B.; MICHELLE, D.; LUDI, S.; WESTIN, T. Game not over: Accessibility issues in video games. In: _____. **Proc. of the 3rd International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction**. [s.n.], 2005. Disponível em: <<https://goo.gl/bKxwNT>>. Citado na página 65.
- BITTAR, T. J.; AMARAL, L. A. do; LOBATO, L. L.; FORTES, R. P. de M. Accessibiltyutil. com: uma ferramenta para colaboração de experiências de acessibilidade na web. In: SBC. **Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web**. [S.l.], 2011. p. 94–96. Citado na página 27.
- BLACKSTONE, A. *et al.* Principles of sociological inquiry: Qualitative and quantitative methods. 2018. Citado nas páginas 83 e 85.
- BLAŽIČ, B. J.; BLAŽIČ, A. J. Interactive multimedia touch screen tablets and gaming as a vehicle that fosters learning digital skills. In: **Interactive Multimedia**. [S.l.]: IntechOpen, 2019. Citado na página 49.
- BLEAKLEY, C. M.; CHARLES, D.; PORTER-ARMSTRONG, A.; MCNEILL, M. D.; MCDONOUGH, S. M.; MCCORMACK, B. Gaming for health: A systematic review of the physical and cognitive effects of interactive computer games in older adults. **Journal of Applied Gerontology**, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 34, n. 3, p. NP166–NP189, 2015. Citado na página 41.
- BØDKER, S.; KYNG, M. Participatory Design That Matters – Facing the Big Issues. **ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.**, ACM, New York, NY, USA, v. 25, n. 1, p. 4:1–4:31, fev. 2018. ISSN 1073-0516. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/3152421>>. Citado na página 38.
- BOFF, M. S.; SEKYIA, F. S.; BOTTINO, C. M. de C. Revisão sistemática sobre prevalência de demência entre a população brasileira. **Revista de Medicina**, v. 94, n. 3, p. 154–161, 2015. Citado na página 29.
- BOLETSIS, K. Augmented reality serious gaming for cognitive health. 2016. Citado na página 93.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: Como fazer entrevistas em ciências sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, v. 2, p. 68–80, 01 2005. Citado na página 83.

BONNECHÈRE, B.; Van Vooren, m.; BIER, J.-C.; De Breucker, S.; Van Hove, O.; Van Sint Jan, S.; FEIPEL, V.; JANSEN, B. The use of mobile games to assess cognitive function of elderly with and without cognitive impairment. **Journal of Alzheimer's Disease**, IOS Press, v. 64, n. 4, p. 1285–1293, 7 2018. ISSN 1387-2877. Citado na página 116.

BORS, B. **The current state of game accessibility guidelines**. 2015. Disponível em: <<http://game-accessibility.com/documentation/accessibility-guidelines/>>. Citado na página 66.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 24/08/2016. Citado na página 53.

_____. Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003. dispõe sobre o estatuto do idoso e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2003. Citado nas páginas 28, 34, 86 e 115.

_____. **Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004**. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm>. Acesso em: 24/08/2016. Citado na página 54.

_____. **Portaria MP nº 3, de 7 de maio de 2007 - e-MAG**. 2007. Disponível em: <<http://www.siga.arquivonacional.gov.br/index.php/portarias/336-portaria-mp-n-3-de-7-de-maio-de-2007-e-mag>>. Acesso em: 24/08/2016. Citado na página 54.

_____. **Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009**. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6949.htm>. Acesso em: 24/08/2016. Citado nas páginas 54 e 55.

_____. **E-MAG - Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico**. 2014. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br/>>. Acesso em: 28/08/2016. Citado na página 60.

_____. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm>. Acesso em: 24/08/2016. Citado na página 55.

BROWN, J. A. **Let's Play: Understanding the Role and Significance of Digital Gaming in Old Age**. Tese (Doutorado) — University of Kentucky, Kentucky, USA, 2014. Citado na página 41.

BROWN, J. A.; MARSTON, H. R. Gen x and digital games: Looking back to look forward. In: SPRINGER. **International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population**. [S.l.], 2018. p. 485–500. Citado na página 42.

BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H. [suggestions for utilization of the mini-mental state examination in brazil]. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 61, n. 3B, p. 777–781, set 2003. ISSN 0004-282X. Citado na página 80.

BRUCKI, S. M. D.; ROCHA, M. S. G. Category fluency test: effects of age, gender and education on total scores, clustering and switching in brazilian portuguese-speaking subjects. **Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas / Sociedade Brasileira de Biofisica ... [et al.]**, v. 37, n. 12, p. 1771–1777, dez 2004. ISSN 0100-879X. Citado na página 80.

BURLÁ, C.; CAMARANO, A. A.; KANSO, S.; FERNANDES, D.; NUNES, R. Panorama prospectivo das demências no Brasil: um enfoque demográfico. **Ciência & saúde coletiva**, v. 18, n. 10, p. 2949–2956, 2013. ISSN 1413-8123. Citado na página 29.

- CAIRNS, P.; POWER, C.; BARLET, M.; HAYNES, G. Future design of accessibility in games: A design vocabulary. **International Journal of Human-Computer Studies**, Elsevier, 2019. Citado na página 43.
- CALDWELL, B.; COOPER, M.; REID, L. G.; VANDERHEIDEN, G. Web content accessibility guidelines (wcag) 2.0. **WWW Consortium (W3C)**, 2008. Citado na página 65.
- CANEVELLI, M.; CESARI, M.; KAN, G. A. van. Frailty and cognitive decline: how do they relate? **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**, v. 18, n. 1, p. 43–50, jan 2015. ISSN 1363-1950. Citado nas páginas 29 e 80.
- CARONE, D. A. E. strauss, e. m. s. sherman, & o. spreen, a compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary. **Applied neuropsychology**, v. 14, n. 1, p. 62–63, 2007. Citado na página 80.
- CARVALHO, R. N. S.; ISHITANI, L. Fatores motivacionais para desenvolvimento de mobile serious games com foco no público da terceira idade: uma revisão de literatura. **ETD - Educação Temática Digital**, p. 16–32, 2013. Citado na página 30.
- CASTRO-COSTA, E.; FUZIKAWA, C.; UCHOA, E.; FIRMO, J. O. A.; LIMA-COSTA, M. F. Norms for the mini-mental state examination: adjustment of the cut-off point in population-based studies (evidences from the bambuí health aging study). **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 66, n. 3A, p. 524–528, set 2008. ISSN 0004-282X. Citado na página 80.
- CHAGAS, M. H. N.; PESSOA, R. M. P.; ALMEIDA, O. P. Comparison of DSM-IV and DSM-5 dementia criteria among older people living in a community sample. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, Wiley Online Library, v. 33, n. 5, p. 801–802, 2018. Citado na página 29.
- CHAIRS, S.; STEPHANIDIS, C.; SALVENDY, G.; AKOUMIANAKIS, D.; BEVAN, N.; BREWER, J.; EMILIANI, P.; JENKINS, P.; KARSHMER, A.; KORN, P.; MARCUS, A. Toward an information society for all: An international r&d agenda. **International Journal of Human-computer Interaction - IJHCI**, v. 10, p. 107–134, 01 1998. Citado na página 76.
- CHAVES, M. L.; GODINHO, C. C.; PORTO, C. S.; MANSUR, L.; GOULART, M. T. C.; YASSUDA, M. S.; BEATO, R. Doença de alzheimer. avaliação cognitiva, comportamental e funcional. **Dementia & Neuropsychologia**, Associação Neurologia Cognitiva e do Comportamento, v. 5, n. 1, 2011. Citado na página 100.
- CHEN, S.-T.; HUANG, Y.-G. L.; CHIANG, I.-T. Using somatosensory video games to promote quality of life for the elderly with disabilities. In: _____. **2012 IEEE Fourth International Conference On Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning**. [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/digitel.2012.68>>. Citado na página 79.
- CHEN, W. Gesture-Based Applications for Elderly People. In: KUROSU, M. (Ed.). **Human-Computer Interaction. Interaction Modalities and Techniques: 15th Int. Conf., HCI Int. 2013, Las Vegas, NV, USA, July 21-26, 2013, Proc., Part IV**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 186–195. ISBN 978-3-642-39330-3. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-39330-3_20>. Citado na página 65.
- COLE, J. The epidemiological transition. **Planetary Health: Human Health in an Era of Global Environmental Change**, CABI, p. 58, 2019. Citado na página 29.
- COMMISSION, D. R. **Annual Report and Accounts 2004-05**. 2004. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/273544/0253.pdf>. Acesso em: 27/08/2016. Citado na página 56.

- CORBETT, A.; OWEN, A.; HAMPSHIRE, A.; GRAHN, J.; STENTON, R.; DAJANI, S.; BURNS, A.; HOWARD, R.; WILLIAMS, N.; WILLIAMS, G. *et al.* The effect of an online cognitive training package in healthy older adults: an online randomized controlled trial. **Journal of the American Medical Directors Association**, Elsevier, v. 16, n. 11, p. 990–997, 2015. Citado na página 67.
- COTTEN, S. R. Examining the roles of technology in aging and quality of life. **Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, Oxford University Press US, v. 72, n. 5, p. 823–826, 2017. Citado na página 48.
- CRUZES, D. S.; DYBA, T. **Recommended steps for thematic synthesis in software engineering**. [S.l.], 2011. 275–284 p. Citado na página 70.
- CUNHA, J. A. Passos do processo psicodiagnóstico. **CUNHA, JA et al. Psicodiagnóstico**, v. 5, p. 105–138, 2000. Citado na página 31.
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 319–340, 1989. Citado nas páginas 48 e 49.
- DELIS, D. C.; KRAMER, J. H.; KAPLAN, E.; THOMPCKINS, B. A. O. **CVLT: California verbal learning test-adult version: manual**. [S.l.]: Psychological corporation, 1987. Citado na página 94.
- DICKSON, A. L. Book review: Lezak, muriel deutsch, (1983). neuropsychological assessment (2nd ed.). new york: Oxford university press. **Journal of psychoeducational assessment**, v. 4, n. 1, p. 91–92, 1986. ISSN 0734-2829. Citado na página 80.
- DIX, A.; FINLAY, J.; ABOWD, G. D.; BEALE, R. **Human Computer Interaction**. 3rd. ed. [S.l.]: Pearson Education Limited, 2003. ISBN 978-0-13-046109-4. Citado na página 64.
- DOROUDIAN, A.; HAUSKNECHT, S.; KAUFMAN, D. Creating an online escape room game for older adults: Needs assessment, design process, and usability testing. In: SPRINGER. **International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population**. [S.l.], 2018. p. 516–525. Citado na página 42.
- DRUIN, A. Cooperative inquiry: Developing new technologies for children with children. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 1999. (CHI '99), p. 592–599. ISBN 0-201-48559-1. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/302979.303166>>. Citado na página 42.
- DUA, T.; SEEHER, K. M.; SIVANANTHAN, S.; CHOWDHARY, N.; POT, A. M.; SAXENA, S. World health organization's global action plan on the public health response to dementia 2017-2025. **Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association**, Elsevier, v. 13, n. 7, p. P1450–P1451, 2017. Citado na página 29.
- DUARTE, C.; MATOS, I.; VICENTE, J. a.; SALVADO, A.; DUARTE, C. M.; CARRIÇO, L. Development technologies impact in web accessibility. In: **Web for All Conference**. [S.l.]: ACM, 2016. p. 6:1–6:4. Citado na página 27.
- DUH, H. B.-L.; DO, E. Y.-L.; BILLINGHURST, M.; QUEK, F.; CHEN, V. H.-H. Senior-friendly technologies: Interaction design for senior users. In: **CHI '10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2010. (CHI EA '10), p. 4513–4516. ISBN 978-1-60558-930-5. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1753846.1754187>>. Citado na página 43.
- EKMAN, R. **What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)**. [S.l.]: Oxford University Press, USA, 1997. Citado na página 107.

- ELLIS, B.; FORD-WILLIAMS, G.; GRAHAM, L.; GRAMMENOS, D.; HAMILTON, I.; LEE, E.; MANION, J.; WESTIN, T. **Game Accessibility Guidelines: A straightforward reference for inclusive game design**. 2017. Disponível em: <<http://www.gameaccessibilityguidelines.com>>. Acesso em: 04/12/2017. Citado nas páginas 66 e 71.
- ERASLAN, S.; BAILEY, C. End-User Evaluations. In: _____. **Web Accessibility: A Foundation for Research**. London: Springer London, 2019. p. 185–210. ISBN 978-1-4471-7440-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7440-0_11>. Citado nas páginas 38 e 46.
- ESPELAND, M. A.; KATULA, J. A.; RUSHING, J.; KRAMER, A. F.; JENNINGS, J. M.; SINK, K. M.; NADKARNI, N. K.; REID, K. F.; CASTRO, C. M.; CHURCH, T.; AL. et. Performance of a computer-based assessment of cognitive function measures in two cohorts of seniors. **International journal of geriatric psychiatry**, v. 28, n. 12, p. 1239–1250, dez 2013. ISSN 0885-6230. Citado na página 79.
- EVELIN, A. D.; SILVA, K. C. D.; NEVES, O. F.; ISHITANI, L.; NOBRE, C. N. Experiência emocional de idosos com jogos digitais para smartphones – um estudo de caso do jogo brasileiro viajando pelo mundo. In: _____. **IHC 2016**. [s.n.], 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/>>. Citado na página 119.
- EYNG, L. M.; OLIVEIRA, R. D.; ULBRICHT, V. R.; VILLAROUCO, V. Accessibility and gamification applied to cognitive training and memory improvement. **Information Technology and Systems: Proceedings of ICITS 2019**, Springer, v. 918, p. 441, 2019. Citado na página 30.
- FANG, Y. M.; CHOU, Y. P.; CHU, B. C. Health information display for elderly people: Interface attributes, usability, and emotional reaction. In: **2016 International Conference on Applied System Innovation (ICASI)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–4. Citado na página 97.
- FERREIRA, D.; MOLINA, Y.; MACHADO, A.; WESTMAN, E.; WAHLUND, L.-O.; NIETO, A.; CORREIA, R.; JUNQUÉ, C.; DÍAZ-FLORES, L.; BARROSO, J. Cognitive decline is mediated by gray matter changes during middle age. **Neurobiology of Aging**, v. 35, n. 5, p. 1086–1094, maio 2014. ISSN 0197-4580. Citado na página 29.
- FØLSTAD, A.; LAW, E.; HORNBÆK, K. Analysis in Practical Usability Evaluation: A Survey Study. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2012. (CHI '12), p. 2127–2136. ISBN 978-1-4503-1015-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2207676.2208365>>. Citado na página 97.
- FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. “mini-mental state”. a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of psychiatric research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, nov 1975. ISSN 0022-3956. Citado na página 80.
- FONTEYN, M. E.; KUIPERS, B.; GROBE, S. J. A description of think aloud method and protocol analysis. **Qualitative health research**, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 3, n. 4, p. 430–441, 1993. Citado nas páginas 98 e 136.
- FORTES, R. P. M.; SALGADO, A. de L.; SANTOS, F. de S.; AMARAL, L. A. do; SILVA, E. A. N. da. Game accessibility evaluation methods: A literature survey. In: _____. **Lecture Notes in Computer Science**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 182–192. Citado nas páginas 69 e 95.
- FREDERIK, D. G.; PETER, M.; LOOY, J. V. Uncharted waters? In: _____. **Proceedings of the 3rd International Conference on Fun and Games - Fun and Games '10**. [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1823818.1823830>>. Citado na página 79.
- FREITAS, S. D. Are games effective learning tools? a review of educational games. **Journal of Educational Technology & Society**, JSTOR, v. 21, n. 2, p. 74–84, 2018. Citado na página 78.

FUJIKAWA, C.; LIMA-COSTA, M. F.; UCHOA, E.; BARRETO, S. M.; SHULMAN, K.; HEALTH, B.; STUDY, A. A population based study on the intra and inter-rater reliability of the clock drawing test in brazil: the bambuí health and ageing study. **International journal of geriatric psychiatry**, v. 18, n. 5, p. 450–456, maio 2003. ISSN 0885-6230. Citado na página 80.

GAIGG, M. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0: Overview and Structure**. 2008. Disponível em: <http://www.michaelgaigg.com/blog/2008/12/19/web-content-accessibility-guidelines-wcag-20-overview-and-structure/>. Acesso em: 28/08/2016. Citado na página 58.

GAJOS, K. Z.; WOBBROCK, J. O.; WELD, D. S. Improving the performance of motor-impaired users with automatically-generated, ability-based interfaces. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2008. (CHI '08), p. 1257–1266. ISBN 978-1-60558-011-1. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1357054.1357250>. Citado na página 45.

GAMBERINI, L.; ALCANIZ, M.; BARRESI, G.; FABREGAT, M.; IBANEZ, F.; PRONTU, L. Cognition, technology and games for the elderly: An introduction to ELDERGAMES Project. **PsychNology Journal**, v. 4, n. 3, p. 285–308, 2006. Citado nas páginas 43, 56 e 67.

GARBER, L. Game Accessibility: Enabling Everyone to Play. **Tech. News**, p. 14–18, 2013. Disponível em: <https://goo.gl/179idM>. Citado na página 69.

GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. **Computers in Entertainment**, v. 1, n. 1, p. 20, 2003. Citado na página 79.

GONÇALVES, C. **Programa de estimulação cognitiva em idosos institucionalizados**. 2012. Disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0623.pdf>. Acesso em: 15/08/2016. Citado nas páginas 30 e 79.

GOTFRID, T. Games for People with Developmental Disabilities. In: **Proc. of the 18th Int. ACM SIGACCESS Conf. on Computers and Accessibility**. New York, NY, USA: ACM, 2016. (ASSETS '16), p. 335–336. ISBN 978-1-4503-4124-0. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2982142.2982148>. Citado na página 69.

GRAAFLAND, M.; SCHIJVEN, M. How serious games will improve healthcare. In: **Digital Health**. [S.l.]: Springer, 2018. p. 139–157. Citado na página 78.

GRAMMENOS, D. Game over. In: _____. **Proceeding of the twenty-sixth annual CHI conference on Human factors in computing systems - CHI '08**. [s.n.], 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1145/1357054.1357281>. Citado na página 65.

GRAMMENOS, D.; SAVIDIS, A.; STEPHANIDIS, C. Ua-chess: A universally accessible board game. In: _____. [S.l.: s.n.], 2005. Citado na página 76.

_____. Unified design of universally accessible games. In: SPRINGER. **International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction**. [S.l.], 2007. p. 607–616. Citado na página 33.

_____. Designing universally accessible games. In: _____. **Human Factors and Ergonomics**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 1–12. Citado nas páginas 66, 67, 77 e 127.

GRANIC, I.; LOBEL, A.; ENGELS, R. C. M. E. The benefits of playing video games. **American Psychologist**, v. 69, n. 1, p. 66–78, 2014. ISSN 1935-990X. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1037/a0034857>. Citado na página 45.

- GRDEN, C. R. B.; BARRETO, M. F. C.; SOUSA, J. A. V. d.; CHUERTNIEK, J. A.; RECHE, P. M.; BORGES, P. K. d. O. Association between physical frailty and cognitive scores in older adults. **Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste**, v. 16, n. 3, p. 391–397, jul 2015. ISSN 1517-3852. Citado na página 29.
- GREITZER, F. L.; KUCHAR, O. A.; HUSTON, K. Cognitive science implications for enhancing training effectiveness in a serious gaming context. **ACM Journal on Educational Resources in Computing**, v. 7, n. 3, p. 2–es, 2007. ISSN 1531-4278. Citado na página 79.
- GROZNIK, V.; SADIKOV, A. Gamification in cognitive assessment and cognitive training for mild cognitive impairment. In: **Augmented Reality Games II**. [S.l.]: Springer, 2019. p. 179–204. Citado na página 93.
- HARGITTAI, E.; PIPER, A. M.; MORRIS, M. R. From internet access to internet skills: digital inequality among older adults. **Universal Access in the Information Society**, Springer, p. 1–10, 2018. Citado na página 42.
- HARRISON, R.; FLOOD, D.; DUCE, D. Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. **Journal of Interaction Science**, v. 1, n. 1, p. 1, maio 2013. ISSN 2194-0827. Disponível em: <<http://journalofinteractionscience.springeropen.com/articles/10.1186/2194-0827-1-1>>. Citado na página 97.
- HARZING, A.-W.; ALAKANGAS, S. Google scholar, scopus and the web of science: a longitudinal and cross-disciplinary comparison. **Scientometrics**, v. 106, n. 2, p. 787–804, Feb 2016. ISSN 1588-2861. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1798-9>>. Citado na página 33.
- HERMAWATI, S.; LAWSON, G. Establishing usability heuristics for heuristics evaluation in a specific domain: Is there a consensus? **Applied Ergonomics**, v. 56, p. 34–51, set. 2016. ISSN 0003-6870. Disponível em: <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687015301162>. Citado na página 97.
- HERNANDEZ, H. A.; YE, Z.; GRAHAM, T. N.; FEHLINGS, D.; SWITZER, L. Designing action-based exergames for children with cerebral palsy. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2013. (CHI '13), p. 1261–1270. ISBN 978-1-4503-1899-0. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2470654.2466164>>. Citado na página 45.
- HERON, M. **The ACCESS Framework: reinforcement learning for accessibility and cognitive support for older adults**. Tese (Doutorado) — Dundee University, Dundee, Scotland, 2011. Citado na página 44.
- HERON, M. Inaccessible through oversight: the need for inclusive game design. **The Computer Games Journal**, v. 1, n. 1, p. 29–38, May 2012. ISSN 2052-773X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF03392326>>. Citado na página 44.
- HERON, M. J. A case study into the accessibility of text-parser based interaction. In: **Proc. of the 7th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Sys.** New York, NY, USA: ACM, 2015. (EICS '15), p. 74–83. ISBN 978-1-4503-3646-8. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/2774225.2774833>>. Citado na página 65.
- HONG, S.; TRIMI, S.; KIM, D. Smartphone use and internet literacy of senior citizens. **Journal of Assistive Technologies**, Emerald Group Publishing Limited, v. 10, n. 1, p. 27–38, 2016. Citado na página 46.
- HOOSHYAR, D.; AHMAD, R. B.; YOUSEFI, M.; FATHI, M.; HORNG, S.-J.; LIM, H. Applying an online game-based formative assessment in a flowchart-based intelligent tutoring system for improving problem-solving skills. **Computers & Education**, Elsevier, v. 94, p. 18–36, 2016. Citado na página 46.

- HOOSHYAR, D.; LEE, S.; YANG, Y.; JO, J.; LIM, H. Long-term effects of adaptive customization support on elderly people. **Cognition, Technology & Work**, Springer, v. 21, n. 3, p. 371–382, 2019. Citado na página 46.
- HOWARD, D.; PATTERSON, K. The pyramid and palm trees test: a test of semantic access from words and pictures. **Thames Valley Test Company**, 1992. Citado na página 94.
- HUNICKE, R.; CHAPMAN, V. AI for Dynamic Difficulty Adjustment in Games. 2004. Disponível em: <<http://www.cs.northwestern.edu/~{ }hunicke/pubs/Hamlet.p>>. Citado nas páginas 35 e 68.
- HUSSAIN, A. B.; ABBAS, S. A. A.; ABDULWAHEED, M. S.; MOHAMMED, R. G.; ABDULHUSSEIN, A. abdullah. Usability evaluation of mobile game applications: A systematic review. **Int. J. of Computer and Info. Tech.**, v. 2, p. 5, 2015. Citado na página 66.
- IGDA. **IGDA Game Access SIG**. 2010. Disponível em: <<https://igda-gasig.org/>>. Acesso em: 25/03/2018. Citado nas páginas 66 e 97.
- IJSSELSTEIJN, W.; NAP, H. H.; KORT, Y. de; POELS, K. Digital game design for elderly users. In: **Proceedings of the 2007 Conference on Future Play**. New York, NY, USA: ACM, 2007. (Future Play '07), p. 17–22. ISBN 978-1-59593-943-2. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1328202.1328206>>. Citado nas páginas 42 e 43.
- IMMONEN, L. Gaze and accessibility in gaming. **Master's dissertation, University of Tampere, Finland**, 2014. Citado na página 65.
- ISHITANI, R. N. S. de Carvalho e L. Fatores motivacionais para desenvolvimento de mobile serious games com foco no público da terceira idade: uma revisão de literatura. **ETD - Educação Temática Digital**, v. 15, n. 1, p. 16–32, 2013. ISSN 1676-2592. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/1292>>. Citado na página 67.
- ISO. **ISO 9241-11:2018 - Ergonomics of Human–System Interaction—Part 11: Usability: Definitions and Concepts**. [S.l.]: Author Geneva, Switzerland, 2018. Citado na página 27.
- ISO/IEC. **ISO/IEC 40500:2012 - Information technology – W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0**. 2012. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=58625>. Acesso em: 28/08/2016. Citado na página 57.
- IVORY, M. Y.; HEARST, M. A. The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces. **ACM Comput. Surv.**, ACM, New York, NY, USA, v. 33, n. 4, p. 470–516, dez. 2001. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/503112.503114>>. Citado na página 62.
- JOHNSON, P.; JOHNSON, H.; SHOULS, W. A. Task-related knowledge structures: Analysis, modelling and application. 06 2001. Citado na página 76.
- JUNG, Y.; LI, K. J.; JANISSA, N. S.; GLADYS, W. L. C.; LEE, K. M. Games for a better life. In: _____. **Proceedings of the Sixth Australasian Conference on Interactive Entertainment - IE '09**. [s.n.], 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1746050.1746055>>. Citado na página 79.
- JUNIOR, C. A. M.; JUNIOR, C. A. M.; MELO, L. B. R. Integração de três conceitos: função executiva, memória de trabalho e aprendizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, n. 3, p. 309–314, 2011. Citado na página 167.
- KALLIO, E.-L.; ÖHMAN, H.; HIETANEN, M.; SOINI, H.; STRANDBERG, T. E.; KAUTIAINEN, H.; PITKÄLÄ, K. H. Effects of cognitive training on cognition and quality of life of older persons with dementia. **Journal of the American Geriatrics Society**, Wiley Online Library, v. 66, n. 4, p. 664–670, 2018. Citado na página 126.

- KANDEL, E. R.; RUBINO, R. **Em busca da memória: o nascimento de uma nova ciência da mente**. [S.l.: s.n.], 2009. ISBN 9788535915433. Citado na página 167.
- KAPLAN, E.; WECHSLER, D. **WAIS-R NI for Use with WAIS-R: WAIS-R as a Neuropsychological Instrument: Manual**. [S.l.]: Psychological corporation, 1991. Citado na página 94.
- KELLOG, C. Teste não verbal de inteligência geral: Beta-iii. **Padronização Brasileira**, 2011. Citado na página 120.
- KELLY, M. E.; LOUGHREY, D.; LAWLOR, B. A.; ROBERTSON, I. H.; WALSH, C.; BRENNAN, S. The impact of cognitive training and mental stimulation on cognitive and everyday functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. **Ageing Res Rev**, 2014. ISSN 1872-9649. Disponível em: <<http://www.biomedsearch.com/nih/Impact-Cognitive-Training-Mental-Stimulation/24607830.html>>. Citado na página 67.
- KHOSRAVI, P.; REZVANI, A.; WIEWIORA, A. The impact of technology on older adults' social isolation. **Computers in Human Behavior**, Elsevier, v. 63, p. 594–603, 2016. Citado na página 48.
- KING, N.; HORROCKS, C. **Interviews in qualitative research**. [S.l.]: SAGE Publications Limited, 2010. Citado nas páginas 33 e 84.
- KIRCHHOF, P.; ADAMOU, A.; KNIGHT, E.; LIP, G. Y.; NORRVING, B.; POUVOURVILLE, G. de; MDEP, T. U. How can we avoid a stroke crisis? **Working Group Report: stroke prevention in patients with atrial fibrillation**, 2009. Citado na página 50.
- KO, H. K. Affordance planning strategy for mathematics app development for senior citizen using smart-devices. **Communications of mathematical education**, Korean Society of Mathematical Education, v. 30, n. 1, p. 85–99, 2016. Citado na página 46.
- KOHLER, C. G.; TURNER, T. H.; GUR, R. E.; GUR, R. C. Recognition of facial emotions in neuropsychiatric disorders. **CNS spectrums**, Cambridge University Press, v. 9, n. 4, p. 267–274, 2004. Citado na página 81.
- KORHONEN, H. Comparison of playtesting and expert review methods in mobile game evaluation. In: **Proc. of the 3rd Int. Conf. on Fun and Games**. New York, NY, USA: ACM, 2010. (Fun and Games '10), p. 18–27. ISBN 978-1-60558-907-7. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1823818.1823820>>. Citado na página 66.
- KRUKOWSKI, A.; BARCA, C. C.; VOGIATZAKI, E.; RODRÍGUEZ, J. M. Patient health record (phr) system. In: **Systems Design for Remote Healthcare**. [S.l.]: Springer, 2014. p. 173–200. Citado na página 50.
- KUOPPAMÄKI, S.-M.; TAIPALE, S.; WILSKA, T.-A. The use of mobile technology for online shopping and entertainment among older adults in finland. **Telematics and Informatics**, Elsevier, v. 34, n. 4, p. 110–117, 2017. Citado na página 42.
- KURNIAWAN, S.; MAHMUD, M.; NUGROHO, Y. A study of the use of mobile phones by older persons. In: **CHI '06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2006. (CHI EA '06), p. 989–994. ISBN 1-59593-298-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1125451.1125641>>. Citado na página 42.
- LAHR, S. L. N. **Desenvolvimento do controle postural na senescência**. Tese (Doutorado) — UFMG, 2015. Citado na página 28.
- LAMB, C. W.; HAIR, J. F.; MCDANIEL, C. **Marketing**. [S.l.]: South Western Educational Publishing, 2004. ISBN 9780324147988. Citado na página 167.

LAPIERRE, M. A. Smartphones and loneliness in love: Testing links between smartphone engagement, loneliness, and relational health. **Psychology of Popular Media Culture**, Educational Publishing Foundation, 2019. Citado na página 42.

LAUGWITZ, B.; HELD, T.; SCHREPP, M. Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In: _____. **Lecture Notes in Computer Science**. [S.l.: s.n.], 2008. p. 63–76. Citado na página 116.

LEE, E. **BBC-Future Media Standards & Guidelines-Accessible Games Standard**. 2010. Citado nas páginas 71 e 75.

LEE, L. Creativity and emotional attachment as a guide to factors of engagement for elderly interaction with technology. In: ACM. **Proceedings of the 2019 on Creativity and Cognition**. [S.l.], 2019. p. 664–669. Citado na página 48.

LOOS, E.; HERA, T. de la; SIMONS, M.; GEVERS, D. Setting up and conducting the co-design of an intergenerational digital game: A state-of-the-art literature review. In: SPRINGER. **International Conference on Human-Computer Interaction**. [S.l.], 2019. p. 56–69. Citado na página 41.

LOOS, E.; KAUFMAN, D. Positive impact of exergaming on older adults' mental and social well-being: In search of evidence. In: SPRINGER. **International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population**. [S.l.], 2018. p. 101–112. Citado na página 42.

MADAN, A.; DUBEY, S. K. Usability evaluation methods: a literature review. **International Journal of Engineering Science and Technology**, v. 4, n. 2, p. 590–599, 2012. Disponível em: <<https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TP254/Further%20Reading%20Material/05.%20Usability%20Evaluation%20Methods%20-%20A%20literature%20review.pdf>>. Citado na página 97.

MAHMUD, A. A.; MUBIN, O.; SHAHID, S.; MARTENS, J.-B. Designing and evaluating the table-top game experience for senior citizens. In: **Proceedings of the 5th Nordic Conference on Human-computer Interaction: Building Bridges**. New York, NY, USA: ACM, 2008. (NordiCHI '08), p. 403–406. ISBN 978-1-59593-704-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1463160.1463205>>. Citado na página 42.

MANGIRON, C.; ZHANG, X. Game accessibility for the blind: current overview and the potential application of audio description as the way forward. In: **Researching Audio Description**. [S.l.]: Springer, 2016. p. 75–95. Citado na página 66.

MARRIN, C. WebGL specification. **Khronos WebGL Working Group**, v. 47, p. 48, 2011. Citado na página 59.

MARZANO, G.; LUBKINA, V. Usability in social telerehabilitation systems for elderly users. **Public Health**, v. 144, p. 1 – 3, 2017. ISSN 0033-3506. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033350616303936>>. Citado na página 97.

MCLAUGHLIN, A.; GANDY, M.; ALLAIRE, J.; WHITLOCK, L. Putting fun into video games for older adults. **Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications**, v. 20, n. 2, p. 13–22, 2012. Citado na página 118.

MCYS. **National Survey of Senior Citizens in Singapore 2005**. Ministry of Community, Youth and Sports, Singapore, 2005. Disponível em: <<http://www.mcys.gov.sg/MCDSFiles/Resource/Materials/NSSC202005.pdf>>. Acesso em: 14/07/2009. Citado na página 42.

MICHAEL, D. R.; CHEN, S. **Serious Games: Games that Educate, Train and Inform**. [S.l.]: Course Technology, 2006. Citado na página 79.

- MISHRA, J.; ROLLE, C.; GAZZALEY, A. Neural plasticity underlying visual perceptual learning in aging. **Brain research**, v. 1612, p. 140–151, jul 2015. ISSN 0006-8993. Citado na página 29.
- MOMS, J. C.; HEYMAN, A.; MOHS, R. C.; HUGHES, J. P.; BELLE, G. van; FILLINBAUM, G.; MELLITS, E. D.; CLARK, C. The consortium to establish a registry for alzheimer's disease (cerad). part i. clinical and neuropsychological assesment of alzheimer's disease. **Neurology**, v. 39, n. 9, p. 1159–1159, 1989. ISSN 0028-3878. Citado na página 81.
- MORRISON, S.; SIMMONS, R.; COLBERG, S. R.; PARSON, H. K.; VINIK, A. I. Supervised balance training and wii fit–based exercises lower falls risk in older adults with type 2 diabetes. **Journal of the American Medical Directors Association**, Elsevier, v. 19, n. 2, p. 185–e7, 2018. Citado na página 42.
- MUBIN, O.; SHAHID, S.; MAHMUD, A. A. Walk 2 win: Towards designing a mobile game for elderly's social engagement. In: **Proceedings of the 22Nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction - Volume 2**. Swinton, UK, UK: British Computer Society, 2008. (BCS-HCI '08), p. 11–14. ISBN 978-1-906124-06-9. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1531826.1531830>>. Citado na página 42.
- NARENDRA, P. M.; FUKUNAGA, K. A branch and bound algorithm for feature subset selection. **IEEE Transactions on computers**, IEEE, n. 9, p. 917–922, 1977. Citado na página 136.
- NASA. **TLX @ NASA Ames - Home**. 2017. Disponível em: <<https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/>>. Citado na página 70.
- NETO, L. A. A. Muito além da transição epidemiológica: doenças crônicas no século xx. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Fundação Oswaldo Cruz, v. 26, n. 1, p. 353–355, 2019. Citado na página 29.
- NICHOLS, E.; SZOEKE, C. E.; VOLLSET, S. E.; ABBASI, N.; ABD-ALLAH, F.; ABDELA, J.; AICHOUR, M. T. E.; AKINYEMI, R. O.; ALAHDAB, F.; ASGEDOM, S. W. *et al.* Global, regional, and national burden of Alzheimer's disease and other dementias, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. **The Lancet Neurology**, Elsevier, v. 18, n. 1, p. 88–106, 2019. Citado na página 29.
- NIELSEN, J. **Usability Engineering**. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993. ISBN 0125184050. Citado na página 64.
- _____. Usability inspection methods. In: NIELSEN, J.; MACK, R. L. (Ed.). New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1994. cap. Heuristic Evaluation, p. 25–62. ISBN 0-471-01877-5. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=189200.189209>>. Citado na página 63.
- _____. **Usability 101: Introduction to Usability**. 2012. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>>. Acesso em: 24/08/2016. Citado na página 61.
- NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; JÚNIOR, E. H.; PORTO, C. S.; CHARCHAT-FICHMAN, H.; CARTHERY, M. T.; TAKADA, L. T.; LIMA, E. P. Performance of illiterate and literate nondemented elderly subjects in two tests of long-term memory. **Journal of the International Neuropsychological Society: JINS**, v. 10, n. 4, p. 634–638, jul 2004. ISSN 1355-6177. Citado na página 80.
- NITRINI, R.; LEFÈVRE, B. H.; MATHIAS, S. C.; CARAMELLI, P.; CARRILHO, P. E.; SAUAIA, N.; MASSAD, E.; TAKIGUTI, C.; SILVA, I. O. D.; PORTO, C. S. [neuropsychological tests of simple application for diagnosing dementia]. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 52, n. 4, p. 457–465, dez 1994. ISSN 0004-282X. Citado na página 80.
- ORANTES-JIMÉNEZ, S.-D.; REYES-CASTELLANOS, M.-E.; SUN, G. Extension to the technology acceptance model (tam): For elderly. **Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics**, v. 16, n. 5, p. 20–27, 2018. Citado nas páginas 48 e 49.

- PAAVILAINEN, J. Critical review on video game evaluation heuristics: Social games perspective. In: **Proc. of the Int. Academic Conf. on the Future of Game Design and Tech.** New York, NY, USA: ACM, 2010. (Futureplay '10), p. 56–65. ISBN 978-1-4503-0235-7. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1920778.1920787>>. Citado na página 66.
- PAULK, M. C. **The capability maturity model: Guidelines for improving the software process.** [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1995. Citado na página 125.
- PAZ, F.; POW-SANG, J. A. A Systematic Mapping Review of Usability Evaluation Methods for Software Development Process. **International Journal of Software Engineering and Its Applications**, v. 10, n. 1, p. 165–178, 2016. Disponível em: <http://www.sersc.org/journals/IJSEIA/vol10_no1_2016/16.pdf>. Citado na página 97.
- PEREGO, P.; RAHMANI, A. M.; TAHERINEJAD, N. **Wireless Mobile Communication and Healthcare: 7th International Conference, MobiHealth 2017, Vienna, Austria, November 14–15, 2017, Proceedings.** [S.l.]: Springer, 2018. v. 247. Citado na página 42.
- PETRIE, H.; KHEIR, O. The Relationship Between Accessibility and Usability of Websites. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.** New York, NY, USA: ACM, 2007. (CHI '07), p. 397–406. ISBN 978-1-59593-593-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1240624.1240688>>. Citado nas páginas 39, 40, 56 e 61.
- PETRIE, H.; SAVVA, A.; POWER, C. Towards a unified definition of web accessibility. ACM, New York, NY, USA, p. 35:1–35:13, 2015. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2745555.2746653>>. Citado nas páginas 37, 38, 39, 46, 56 e 66.
- PORTER, J. R. Understanding and Addressing Real-world Accessibility Issues in Mainstream Video Games. **SIGACCESS Access. Comput.**, n. 108, p. 42–45, jan. 2014. ISSN 1558-2337. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2591357.2591364>>. Citado na página 69.
- POWER, C.; PETRIE, H. Accessibility in Non-professional Web Authoring Tools: A Missed Web 2.0 Opportunity? In: **Proceedings of the 2007 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A).** New York, NY, USA: ACM, 2007. (W4A '07), p. 116–119. ISBN 1-59593-590-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1243441.1243468>>. Citado na página 64.
- _____. Working with participants. In: _____. **Web Accessibility: A Foundation for Research.** London: Springer London, 2019. p. 153–168. ISBN 978-1-4471-7440-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7440-0_9>. Citado nas páginas 39 e 40.
- PREECE, J.; SHARP, H.; ROGERS, Y. **Interaction design: beyond human-computer interaction.** 4. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2015. ISBN 978-1-119-08879-0. Citado na página 64.
- PY, L.; FREITAS, E. V. de; GORZONI, M. L. do. **Tratado de geriatria e gerontologia.** [S.l.]: Grupo Gen - Guanabara Koogan, 2011. ISBN 9788527719056. Citado na página 29.
- QUEIROZ, M. A. **Métodos e Validadores de Acessibilidade Web.** 2008. Disponível em: <<http://www.acessibilidadelegal.com/13-validacao.php>>. Acesso em: 28/08/2016. Citado na página 61.
- QUESENBERY, W. **What Does Usability Mean: Looking Beyond ‘Ease of Use’.** 2001. Disponível em: <<http://www.wqusability.com/articles/more-than-ease-of-use.html>>. Acesso em: 24/08/2016. Citado na página 62.
- RABELO, I. S.; PANACARO, S. V.; LEME, I. F. A. S.; AMBIEL, R. A. M.; ALVES, G. A. S. **Teste não verbal de inteligência geral – BETA III – Subtestes raciocínio matricial e códigos.** [S.l.]: Pearson, 2011. Citado na página 120.

RECTOR, K.; BENNETT, C. L.; KIENTZ, J. A. Eyes-free yoga: an exergame using depth cameras for blind & low vision exercise. In: **Proc. of the 15th Int. ACM SIGACCESS Conf. on Computers and Accessibility**. Bellevue, Washington: ACM, 2013. p. 1–8. ISBN 978-1-4503-2405-2. Citado na página 65.

ROCHA, J. A. P. **Acessibilidade na web para pessoas com deficiência visual: um estudo de usuários à luz da Cognição situada**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2013. Citado nas páginas 40 e 41.

ROCHA, J. A. P.; LIMA, T. F. M. Análise da relação entre acessibilidade web e usabilidade para pessoas com deficiência visual. **SIMPÓSIO DE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS**, p. 257–258, 2010. Citado na página 40.

ROCHA, R. G. O. **Uso de tablets como ferramenta facilitadora em projetos de inclusão digital de idosos**. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/89755>>. Citado na página 34.

ROSEN, W. G.; MOHS, R. C.; DAVIS, K. L. A new rating scale for alzheimer's disease. **The American journal of psychiatry**, v. 141, n. 11, p. 1356–1364, nov 1984. ISSN 0002-953X. Citado na página 81.

ROTH, M.; HUPPERT, F. A.; TYM, E.; MOUNTJOY, C. Q.; DIFFIDENT-BROWN, A.; SHOESMITH, D. J. **The Cambridge Examination for Mental Disorders of the Elderly: CAMDEX**. [S.l.]: Cambridge University Press, 1988. ISBN 9780521351614. Citado na página 81.

SALGADO, A. de L.; AMARAL, L. A. do; FORTES, R. P. de M.; CHAGAS, M. H. N.; JOYCE, G. Addressing mobile usability and elderly users: Validating contextualized heuristics. In: _____. **Design, User Experience, and Usability: Theory, Methodology, and Management**. [S.l.]: Springer, Cham, 2017. p. 379–394. Citado nas páginas 95 e 98.

SALGADO, A. de L.; RODRIGUES, S. S.; FORTES, R. P. M. Evolving Heuristic Evaluation for Multiple Contexts and Audiences: Perspectives from a Mapping Study. In: **Proceedings of the 34th ACM International Conference on the Design of Communication**. New York, NY, USA: ACM, 2016. (SIGDOC '16), p. 19:1–19:8. ISBN 978-1-4503-4495-1. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2987592.2987617>>. Citado na página 97.

SANTOS, L. G. N.; NOBRE, C. N.; NERY, M. d. S.; MOL, A. M.; ROCHA, Á. A.; SILVA, R. S.; RIAHI, C.; ISHITANI, L. Design and evaluation of mobile game for older people: an empirical study. **Abakós**, v. 6, n. 1, p. 76–100, 2017. Citado nas páginas 42 e 43.

SAVIDIS, A.; STEPHANIDIS, C. Unified user interface design: Designing universally accessible interactions. **Interacting with Computers**, v. 16, p. 243–270, 04 2004. Citado na página 76.

SCAZUFCA, M.; MENEZES, P. R.; VALLADA, H. P.; CREPALDI, A. L.; PASTOR-VALERO, M.; COUTINHO, L. M. S.; RIENZO, V. D. D.; ALMEIDA, O. P. High prevalence of dementia among older adults from poor socioeconomic backgrounds in São Paulo, Brazil. **International Psychogeriatrics**, Cambridge University Press, v. 20, n. 2, p. 394–405, 2008. Citado na página 29.

SCHELL, R.; HAUSKNECHT, S.; ZHANG, F.; KAUFMAN, D. Social benefits of playing wii bowling for older adults. **Games and Culture**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 11, n. 1-2, p. 81–103, 2016. Citado na página 42.

SCHMIDT, J. D. E.; MARCHI, A. C. B. D. Usability evaluation methods for mobile serious games applied to health: a systematic review. **Uni. Access in the Info. Soc.**, p. 1–8, 2016. ISSN 1615-5297. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10209-016-0511-y>>. Citado na página 66.

- SCHMIDT, R.; EMMERICH, K.; SCHMIDT, B. Applied games – in search of a new definition. In: CHORIANOPOULOS, K.; DIVITINI, M.; HAUGE, J. B.; JACCHERI, L.; MALAKA, R. (Ed.). **Entertainment Computing - ICEC 2015**. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 100–111. ISBN 978-3-319-24589-8. Citado na página 78.
- SEABORN, K.; EDEY, J.; DOLINAR, G.; WHITFIELD, M.; GARDNER, P.; BRANJE, C.; FELLS, D. I. Accessible Play in Everyday Spaces: Mixed Reality Gaming for Adult Powered Chair Users. **ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.**, v. 23, n. 2, p. 12:1–12:28, maio 2016. ISSN 1073-0516. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2893182>>. Citado nas páginas 65, 69 e 70.
- SOUZA, G. R.; TREVISAN, D. G. Estudo investigativo sobre idosos, jogos e suas motivações. **Cadernos de informática**, p. 35–40, 2014. Citado nas páginas 30 e 68.
- STATISTICS, U. I. for. **International standard classification of education: ISCED 2011**. [S.l.]: UNESCO Institute for Statistics Montreal, 2012. Citado na página 94.
- THATCHER, J. **Web Accessibility for Section 508**. 2011. Disponível em: <<http://www.jimthatcher.com/webcourse1.htm>>. Acesso em: 27/08/2016. Citado na página 56.
- THATCHER, J.; WADDELL, C. **Constructing Accessible Websites**. [S.l.]: APress L. P., 2003. ISBN 1590591488. Citado na página 39.
- TONG, T.; CHIGNELL, M.; TIERNEY, M. C.; LEE, J. A Serious Game for Clinical Assessment of Cognitive Status: Validation Study. **JMIR serious games**, v. 4, n. 1, p. e7, maio 2016. ISSN 2291-9279. Citado na página 30.
- TORRENTE, J. Reusable Game Interfaces for People with Disabilities. In: **Proc. of the 14th Int. ACM SIGACCESS Conf. on Computers and Accessibility**. New York, NY, USA: ACM, 2012. (ASSETS '12), p. 301–302. ISBN 978-1-4503-1321-6. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2385004>>. Citado na página 69.
- TORRES, A. Cognitive effects of videogames on older people. **Proc. 7th ICDVRAT with ArtAbilitation**, p. 191–198, 2008. Citado na página 67.
- TORRES, A. C. S. Cognitive effects of video games on old people. **International journal on disability and human development: IJDHD**, v. 10, n. 1, 2011. ISSN 2191-1231. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1515/ijdh.2011.003>>. Citado na página 79.
- TOURINHO, A.; BONFIM, C.; ALVES, L. Games, tdah e funções executivas: Uma revisão da literatura. **XV SBGames**, p. 872–879, 2016. Citado na página 30.
- TREWIN, S.; HANSON, V. L.; LAFF, M. R.; CAVENDER, A. Powerup: An accessible virtual world. In: **Proceedings of the 10th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. New York, NY, USA: ACM, 2008. (Assets '08), p. 177–184. ISBN 978-1-59593-976-0. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414504>>. Citado na página 44.
- TULVING, E. Episodic memory: From mind to brain. **Annual review of psychology**, v. 53, n. 1, p. 1–25, 2002. ISSN 0066-4308. Citado na página 167.
- TYLER, J. Never too late: Baby boomers in college in preparation for the third age. 2018. Citado na página 42.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division . **World Population Ageing 2015 (ST/ESA/SER. A/390)**. [S.l.]: United Nations New York, NY, 2015. Citado na página 28.
- UPS project. **Guidelines for the development of entertaining software for people with multiple learning disabilities**. 2004. Disponível em: <http://www.medialt.no/rapport/entertainment_guidelines>. Acesso em: 25/01/2017. Citado na página 66.

UZOR, S.; BAILLIE, L. Investigating the long-term use of exergames in the home with elderly fallers. In: **Proceedings of the 32Nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2014. (CHI '14), p. 2813–2822. ISBN 978-1-4503-2473-1. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2556288.2557160>. Citado na página 41.

VALLADARES-RODRIGUEZ, S.; FERNÁNDEZ-IGLESIAS, M. J.; ANIDO-RIFÓN, L.; FACAL, D.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, R. Episodix: a serious game to detect cognitive impairment in senior adults. a psychometric study. **PeerJ**, PeerJ Inc., v. 6, p. e5478, 2018. Citado na página 94.

VALLADARES-RODRÍGUEZ, S.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, R.; ANIDO-RIFÓN, L.; FERNÁNDEZ-IGLESIAS, M. Trends on the application of serious games to neuropsychological evaluation: A scoping review. **Journal of biomedical informatics**, v. 64, p. 296–319, dez 2016. ISSN 1532-0464. Citado na página 79.

VASCONCELOS, A.; SILVA, P. A.; CASEIRO, J.; NUNES, F.; TEIXEIRA, L. F. Designing tablet-based games for seniors: The example of cogniplay, a cognitive gaming platform. **Proceedings of the 4th International Conference on Fun and Games**, p. 1–10, 2012. Citado na página 30.

VICKERS, S.; ISTANCE, H.; HERON, M. J. Accessible gaming for people with physical and cognitive disabilities: A framework for dynamic adaptation. In: **CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2013. (CHI EA '13), p. 19–24. ISBN 978-1-4503-1952-2. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2468356.2468361>. Citado na página 44.

VOGIATZAKI, E.; KRUKOWSKI, A. Maintaining mental wellbeing of elderly at home. In: **Enhanced Living Environments**. [S.l.]: Springer, 2019. p. 177–209. Citado na página 50.

W3C. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0**. 2008. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>. Acesso em: 28/08/2016. Citado na página 58.

_____. **Recomendações de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0**. 2009. Disponível em: <http://www.ilearn.com.br/TR/WCAG20/>. Acesso em: 28/08/2016. Citado nas páginas 57 e 58.

_____. **Web Accessibility Initiative**. 2011. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/>. Acesso em: 27/08/2016. Citado nas páginas 56 e 57.

_____. **How WAI Develops Accessibility Standards through the W3C Process: Milestones and Opportunities to Contribute**. 2018. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/w3c-process/>. Acesso em: 25/04/2018. Citado na página 65.

_____. **Recomendações de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1**. 2018. Disponível em: <http://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>. Acesso em: 28/08/2019. Citado na página 59.

WESTIN, T.; KU, J. J.; DUPIRE, J.; HAMILTON, I. Game accessibility guidelines and wcag 2.0—a gap analysis. In: SPRINGER. **International Conference on Computers Helping People with Special Needs**. [S.l.], 2018. p. 270–279. Citado nas páginas 43, 60 e 71.

WHO. **World Health Statistics 2016: Monitoring Health for the Sustainable Development Goals**. World Health Organization, 2016. Access: 13/09/2019. Disponível em: https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2016/en/. Citado na página 27.

WIEMEYER, J.; KLIEM, A. Serious games in prevention and rehabilitation—a new panacea for elderly people? **European review of aging and physical activity: official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity**, v. 9, n. 1, p. 41–50, 2011. ISSN 1813-7253. Citado na página 79.

- WILKINSON, P. A brief history of serious games. In: _____. **Entertainment Computing and Serious Games: International GI-Dagstuhl Seminar 15283**, Dagstuhl Castle, Germany, July 5-10, 2015, **Revised Selected Papers**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 17–41. ISBN 978-3-319-46152-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_2>. Citado na página 30.
- WOHLIN, C. Guidelines for Snowballing in Systematic Literature Studies and a Replication in Software Engineering. In: **Proc. of the 18th Int. Conf. on Evaluation and Assessment in Software Engineering**. New York, NY, USA: ACM, 2014. (EASE '14), p. 38:1–38:10. ISBN 978-1-4503-2476-2. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2601248.2601268>>. Citado na página 69.
- WOOD, P. H. N. The international classification of impairments, disabilities and handicaps of the world health organization. In: _____. **Health Systems Research**. [S.l.: s.n.], 1990. p. 83–101. Citado na página 65.
- YÁÑEZ-GÓMEZ, R.; CASCADO-CABALLERO, D.; SEVILLANO, J.-L. Academic methods for usability evaluation of serious games: a systematic review. **Multimedia Tools and Applications**, p. 1–30, 2016. ISSN 1573-7721. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11042-016-3845-9>>. Citado na página 66.
- YUAN, B.; FOLMER, E.; HARRIS, F. C. Game accessibility: a survey. **Universal Access in the Information Society**, v. 10, n. 1, p. 81–100, 2011. ISSN 1615-5297. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10209-010-0189-5>>. Citado nas páginas 44, 66, 69 e 70.
- ZHANG, F.; KAUFMAN, D. Older adults' social interactions in massively multiplayer online role-playing games (mmorpgs). **Games and Culture**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 11, n. 1-2, p. 150–169, 2016. Citado na página 42.
- _____. Physical and cognitive impacts of digital games on older adults: A meta-analytic review. **Journal of Applied Gerontology**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 35, n. 11, p. 1189–1210, 2016. Citado na página 42.
- ZORLUOGLU, G.; KAMASAK, M. E.; TAVACIOGLU, L.; OZANAR, P. O. A mobile application for cognitive screening of dementia. **Computer methods and programs in biomedicine**, Elsevier, v. 118, n. 2, p. 252–262, 2015. Citado na página 95.
- Zyda, M. From visual simulation to virtual reality to games. **Computer**, v. 38, n. 9, p. 25–32, Sep. 2005. ISSN 0018-9162. Citado na página 78.

GLOSSÁRIO

Atenção: é a tomada de posse, pela mente, de forma clara e vívida, de um entre os muitos objetos ou cadeias de pensamento simultaneamente possíveis. A focalização e a concentração da consciência fazem parte da sua essência. Ela implica o afastamento de algumas coisas de modo a que se possa lidar efetivamente com outras (KANDEL; RUBINO, 2009).

Função executiva: é um conjunto de habilidades, que de forma integrada, possibilita ao indivíduo direcionar comportamentos a objetivos, realizando ações voluntárias. Tais ações são auto-organizadas, mediante a avaliação de sua adequação e eficiência em relação ao objetivo pretendido, de modo a eleger as estratégias mais eficientes, resolvendo assim, problemas imediatos, e/ou de médio e longo prazo. A função executiva é requerida sempre que se faz necessário formular planos de ação ou quando uma sequência de respostas apropriadas deve ser selecionada e esquematizada (JUNIOR; JUNIOR; MELO, 2011).

Memória de trabalho: representa um sistema de memória ultrarrápida (dura poucos segundos), que tem a capacidade de reter, por exemplo, uma sequência de 5 a 9 dígitos - o suficiente para gravar um número de telefone até efetuar a discagem, esquecendo-o logo em seguida (JUNIOR; JUNIOR; MELO, 2011).

Memória episódica: é um sistema neurocognitivo que possibilita ao ser humano recordar fatos passados, podendo realizar uma “viagem no tempo”, lembrando episódios de sua vida até o presente instante (TULVING, 2002).

Percepção: é o processo pelo qual o cérebro seleciona, organiza e interpreta estímulos, traduzindo-os em uma imagem significativa e coerente (LAMB; HAIR; MCDANIEL, 2004).

ROTEIROS DE ENTREVISTAS

Pesquisadores - Roteiro 1

1. Como você coleta (gostaria de coletar) os dados (clínicos) sobre os idosos que fazem/fizeram parte de sua pesquisa?
2. Qual é (ou são) as maiores dificuldades nessas coletas?
3. Quais recursos digitais você utiliza nas interações/extrações de dados dos idosos?
4. Quais os maiores desafios na utilização dessas ferramentas digitais com os idosos?
5. Os idosos com os quais você trabalha, parecem demonstrar interesse na obtenção de conhecimentos relacionados à utilização de dispositivos digitais (Computador, Tablet, Celular, etc.)?
6. Você se utiliza de grandes conjuntos de dados para comparação dos idosos?
7. Quais são as dificuldades em comparar problemas (cognitivos ou motores) de idosos com a maioria dos idosos?
8. Como você proporia uma plataforma/ferramenta digital que lhe ajudasse na sua coleta de dados de idosos da sua pesquisa?
9. Se você fosse apresentar algo novo/moderno para os idosos, como você crê que seria a sua/melhor abordagem?
10. Você gostaria de complementar com algo, nosso conversa?

Pesquisadores - Roteiro 2 / Cuidadores

1. Fale de suas experiências com dispositivos eletrônicos (Como Tablet, Computador, Celular).
2. Que tipo de problemas você possui em acompanhar seus grupos/pacientes?
3. Como você avalia as condições psicológicas dos seus grupos/pacientes?
4. Quais as tecnologias você utiliza para realizar avaliações e acompanhamentos dos seus grupos/pacientes?
5. Seus pacientes se sentem apreensivos por serem testados/avaliados de uma forma mais direta (como em testes Cognitivos)?

6. Quais seriam as aplicações (funções) pertinentes para você, caso você tivesse à sua disposição uma ferramenta digital para utilizar com seus pacientes?
7. Como você trabalha o custo com seus grupos/pacientes quando é essencial ou recomendado o uso de alguma ferramenta ou produto?
8. Como você vê o futuro de pesquisas/consultas com dispositivos digitais simples, como computadores e tablets?
9. Você teria sugestões de problemas que poderiam ser resolvidos por um dispositivo móvel como uma ferramenta desenvolvida na sua área?
10. Você gostaria de complementar com algo, nosso conversa?

Idosos - Roteiro 1

1. Nome
2. Idade
3. Fale de suas experiências com dispositivos eletrônicos (Como Tablet, Computador, Celular).
4. Você tem alguma destes aparelhos?
5. Alguém lhe ensina(ou) ou incentiva(ou) a utilizar esse aparelho?
6. Quando você mais utiliza o aparelho mencionado? Em quais momentos do dia ou de necessidade/utilidade.
7. Por que você acha que nunca teve uma experiência com um dispositivo eletrônico?
8. Nos diga, um pouco sobre os jogos que você gosta(va) de jogar como forma de lazer.
9. Com quem (amigos ou conhecidos) você está acostumado(a) a jogar tais jogos?
10. Como você nos explicaria as integrações sociais que os jogos já lhe trouxeram?
11. Você já fez amigos através dos jogos?
12. Sua interação com outros jogadores é de que forma? (Competitiva, cooperativa)
13. Ainda sobre jogos, você teve experiências ou curiosidades com/sobre quaisquer tipo de jogos eletrônicos?
14. Quem lhe apresentou esse jogo?
15. Com quem você jogava?
16. O que você gostaria de ver em um jogo? (Temas/temática)
17. O que te atrai em forma de conteúdo ou tema.
18. Você faz alguma atividade para trabalhar sua mente, durante seu dia-a-dia?
19. Quais atividades são estas?
20. Qual seu grau de preocupação com tais atividades?
21. Se existisse um jogo eletrônico que lhe ajudasse a trabalhar sua mente, você teria interesse em utilizá-lo ou conhecê-lo?
22. Você gostaria de complementar com algo, nosso conversa?

Idosos - Roteiro 2

1. Nome
 2. Idade
 3. Fale de suas experiências com dispositivos eletrônicos (como *Tablet*, Computador, Celular).
 4. Você tem algum destes aparelhos?
 5. Alguém lhe ensina(ou) ou incentiva(ou) a utilizar esse aparelho?
 6. Quando você mais utiliza o aparelho mencionado? Em quais momentos do dia ou de necessidade/utilidade?
 7. Por que você acha que nunca teve uma experiência com um dispositivo eletrônico?
 8. Quanto à utilização destes aparelhos, quem geralmente te ajuda quando você tem alguma dúvida?
 9. Você já realizou alguma compra através de aparelhos digitais?
 10. Se sim, alguém lhe ajudou?
 11. Se não, por que não?
 12. Você teria sugestões de como tornar compras através de aparelhos digitais mais confiáveis e fáceis para você?
 13. Se não tiver opinião: Por que você julga fácil e confiável a utilização de cartão em estabelecimentos convencionais?
 14. Quais fatores você acha decisivos para confiar em algo?
 15. Sobre jogos digitais, você teve experiências/curiosidades com/sobre quaisquer tipos de jogos eletrônicos?
 16. Quem lhe apresentou esse jogo?
 17. Com quem você jogava?
 18. Você conhece alguém, da sua faixa etária, que se utiliza de jogos digitais para lazer ou para treinamento cognitivo?
 19. Você faz alguma atividade para trabalhar sua mente, durante seu dia-a-dia?
 20. Quais atividades são estas?
 21. Qual seu grau de preocupação com tais atividades?
 22. Você gostaria de complementar com algo, nossa conversa?
-

Parentes

1. Alguém (pais/parentes) da família acima de 50?
2. Idade dos pais/parentes
3. Você mora com seus pais/parentes, ou os visita com frequência?
4. Fale das experiências que seus pais/parentes têm com dispositivos eletrônicos (as que você tem conhecimento).

5. Eles possuem algum destes aparelhos?
 6. Você, ou outros parentes seus, os ensina(ou) ou incentiva(ou) a utilizar esses aparelhos?
 7. Por que você acha que seus pais/parentes nunca tiveram uma experiência com um dispositivo eletrônico?
 8. Por que você não os incentiva?
 9. Como você definiria as recomendações que realiza para seus pais/parentes referente a aparelhos eletrônicos, programas, *apps*, etc?
 10. Você já realizou alguma compra para seus pais/parentes através de aparelhos digitais?
 11. Se sim, o que foi?
 12. Se sim, como seus pais/parentes reagiram à compra?
 13. Se sim, qual maior problema você encontrou, com seu pai/parente, ao fazer essa compra?
 14. Se não, por que não?
 15. Você teria sugestões de como tornar compras através de aparelhos digitais mais confiáveis e fáceis para seus pais/parentes?
 16. Se não tiver sugestões: Por que você acha que seus pais/parentes julgam fácil e confiável a utilização de cartão em estabelecimentos convencionais?
 17. Quais fatores você acha (e crê que seus pais/parentes acham) decisivo para confiar em algo?
 18. Sobre jogos digitais, você teve experiências com quaisquer tipos de jogos eletrônicos?
 19. Você já experimentou apresentar o(s) jogo(s) eletrônico(s) para seus pais/parentes?
 20. Como você crê que iria apresentar/apresentou tal jogo para seus pais/parentes ?
 21. Você conversa com seus pais/parentes sobre declínios cognitivos ou sobre eles terem que se preocupar com a saúde cognitiva deles?
 22. Você diria que seus pais/parentes fazem alguma atividade para trabalhar a mente, durante o dia-a-dia?
 23. Quais atividades são estas?
 24. Qual seria o grau de preocupação com tais atividades por parte de seus pais/parentes?
 25. Você gostaria de complementar com algo, nossa conversa?
-

Empreendedores

1. Explique um pouco sobre como funciona seu negócio e como estão organizados seus funcionários.
2. Seus funcionários são cuidadores formais? (São treinados?)
3. Fale quais tecnologias digitais vocês têm à disposição para seus funcionários utilizarem.
4. Eles possuem acesso a algum destes aparelhos (para uso no trabalho)?
5. A empresa ensina ou incentiva de alguma forma a utilização desses aparelhos?
6. Por que não?

7. Como você definiria as recomendações que realiza para seus clientes ou funcionários referente à utilização de aparelhos eletrônicos, programas, apps, etc?
 8. Você já realizou alguma compra de dispositivos/aparelhos digitais para a empresa utilizar no serviço que é prestado?
 9. Se sim, o que foi?
 10. Se sim, como seus clientes reagiram a essa mudança?
 11. Se não, você crê que o investimento seria válido e possivelmente utilizado por seus clientes?
 12. Se não, por que não?
 13. Que tipos de entretenimento são levados aos seus clientes? Alguma dessas formas são em um ambiente digital?
 14. Se não, por que não?
 15. Você crê que isso seria um nicho a ser explorado?
 16. Você gostaria de complementar com algo, nossa conversa?
-

Médicos

1. Área de atuação
 2. Relate suas experiências com dispositivos digitais para auxílio na sua área de atuação na saúde (computador, *tablet* e celular)
 3. Se você pudesse ter um aplicativo no celular ou *tablet* de seus pacientes, qual seria o maior problema/dificuldade gostaria que ele resolvesse para você?
 4. Você estaria disposto a pagar para manter um controle contínuo de seus pacientes por este aplicativo? Se sim, quanto e como.
 5. No caso de pacientes internados, existem atividades físicas ou mentais que são propostas aos internos? Acredita que sejam importantes? Explique.
 6. Como você faz para trocar informações com cuidadores/terapeutas ou outros médicos de seus pacientes?
 7. Você gostaria de complementar com algo, nossa conversa?
-

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Pesquisador Coordenador: Me. Leandro Agostini do Amaral

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação / Universidade de São Paulo

Telefone para contato: ~~11 5081-7100~~ **email:** leandroagostini@usp.br

O(A) Sr(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: “*Ambiente lúdico adaptativo como ferramenta para proporcionar treinamento cognitivo ao público senescente*”.

Neste estudo pretendemos desenvolver tecnologias de teste e treinamento cognitivos, que possam desempenhar um papel construtivo na área da saúde e lazer do idoso.

O motivo que nos leva a estudar é que os resultados podem apontar a validade de jogos como auxiliares para o treinamento cognitivo, e boa receptividade, possibilitando a geração de produtos que permitam a manutenção da independência do idoso. Isso poderia retardar o processo de declínio cognitivo, que acontece naturalmente com o processo de envelhecimento.

Para este estudo adotaremos os **seguintes procedimentos**: durante o experimento, o sr(a) será avaliado(a) 1(uma) vez respondendo a um questionário e uma bateria de testes em papel, e com o teste no *tablet*, que consiste em realizar pequenos jogos. O(A) sr(a) não será submetido(a) a nenhum tipo de tratamento sem estar ciente ou sem seu consentimento, e pode se desligar dessa pesquisa a qualquer momento.

Desconforto e risco: Diante da natureza observacional do estudo e dos procedimentos não invasivos e seguros, não apresentam risco à sua saúde. É importante ressaltar que medidas de monitoramento e orientações serão realizadas para que não haja qualquer dificuldade de sua parte. Se no decorrer do estudo, for percebido qualquer tipo de risco ou dano à saúde, mesmo que não previsto no termo de consentimento, o mesmo será suspenso.

Possíveis benefícios: O(A) sr(a) será avaliado(a) e terá oportunidade de aprender o uso de novas tecnologias para auxílio em tarefas cognitivas. Além disso, se for considerado em algum risco cognitivo, continuará a se beneficiar dos aplicativos após o término do estudo. Considerando o impacto social do

estudo, estes dados auxiliarão no maior conhecimento a respeito do envelhecimento bem sucedido e na investigação de métodos de intervenção e prevenção capazes de auxiliar idosos a envelhecerem com independência na comunidade.

Acompanhamento e assistência: Todas as avaliações serão realizadas pelos responsáveis por este projeto. A qualquer momento os pesquisadores estarão disponíveis para orientar e esclarecer dúvidas que possam ocorrer, no decorrer desta pesquisa. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

Liberdade de participação: A sua participação nesse estudo é voluntária. É seu direito interromper a participação a qualquer momento sem que isso incorra em qualquer penalidade ou prejuízo à sua pessoa.

Sigilo de identidade: Sua identidade será mantida em sigilo absoluto. As informações obtidas nesta pesquisa não serão de maneira alguma associadas à sua identidade e não poderão ser consultadas por pessoas leigas. Estas informações serão utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fiquem resguardados a sua total privacidade e anonimato. A utilização de fotos poderá ser feita apenas com autorização prévia.

Ressarcimento de despesas e indenização: Todos os procedimentos, equipamentos e avaliações deste estudo são gratuitos. Além disso, o(a) sr(a) tem direito ao ressarcimento e cobertura de eventuais despesas tidas com a pesquisa; e garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa. Haverá ressarcimento para transporte dos participantes conforme necessário.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São Carlos, de de 2017,

Pesquisador: Me. Leandro A. Amaral

Assinatura do(a) voluntário(a)

Universidade de São Paulo

MÉTRICAS DOS TESTES COGNITIVOS

(1.) Percepção Visual, Memória Incidental e Memória Imediata

1. Número da iteração;
2. Número de objetos que deverão ser memorizados;
3. Número de objetos distintos entre si;
4. Número de elementos de confusão;
5. Pontuação de 0 a 100;
6. Toques:
 - a) Número do toque;
 - b) Se o toque foi em um botão, em um quadrado, em um espaço para colocar um quadrado ou em qualquer lugar que não fosse um objeto de interesse;
 - c) Tempo entre o toque atual e o anterior;
 - d) Se o toque foi em um quadrado ou espaço para colocar um quadrado. Se esse toque foi um acerto ou um error;
 - e) Cor do objeto tocado e;
 - f) Forma do objeto tocado.

(2.) Praxia

1. Número da iteração;
2. Pontuação de 0 a 100;
3. Toques:
 - a) Número do toque;
 - b) Se o toque foi em uma forma geométrica, botão ou em qualquer lugar que não fosse um objeto de interesse;
 - c) Forma tocada;
 - d) Cor da forma tocada e;
 - e) Tempo entre o toque atual e o anterior.

(3.) Abstração

1. Número da iteração;
2. Nome dos objetos que estavam disponíveis na tela;
3. Tipo de cada um dos objetos;
4. Pontuação de 0 a 100;
5. Toques:
 - a) Se o toque foi em um objeto, botão ou em qualquer lugar que não fosse um objeto de interesse;
 - b) Nome do objeto tocado;
 - c) A qual classe pertence o objeto tocado;
 - d) Tempo entre o toque atual e o anterior.

(4.) Memória tardia

1. Idem ao teste (1.)

(5.) Teste de Extensão de Dígitos (Direto)

1. Número da iteração;
2. Pontuação de 0 a 100;
3. Sequência exibida para ser memorizada;
4. Sequência digitada pelo usuário;
5. Toques:
 - a) Se o toque foi em um número, backspace ou em qualquer lugar que não fosse um objeto de interesse;
 - b) Tempo entre o toque atual e o anterior.

(6.) Teste de Extensão de Dígitos (Inverso)

1. Idem ao teste (5.)

(7.) Teste de Atenção

1. Tamanho da sequência;
2. Total de acertos;
3. Total de erros;
4. Toques:
 - a) Número do toque;
 - b) Se o toque foi em um número ou em qualquer lugar que não fosse um objeto de interesse;
 - c) Número pressionado;

- d) Tempo entre o toque atual e o anterior;
- e) Se o toque foi um acerto ou um erro.

(8.) Teste de Fluência Verbal

- 1. Número da iteração;
- 2. Tempo de submissão;
- 3. Palavra submetida;
- 4. Toques:
 - a) Número do toque;
 - b) Letra pressionada;
 - c) Tempo entre o toque atual e o anterior;
 - d) Se o toque foi em uma letra, *backspace* ou em qualquer lugar que não fosse um objeto de interesse.

(9.) Reconhecimento Facial

- 1. Número da iteração;
 - 2. Emoção exibida;
 - 3. Intensidade da emoção exibida;
 - 4. Toques:
 - a) Número do toque;
 - b) Se o toque foi em uma emoção ou em qualquer lugar que não fosse um objeto de interesse;
 - c) Tempo entre o toque atual e o anterior;
 - d) Emoção escolhida;
 - e) Se o toque foi um acerto ou erro.
-