

# Proposição de um *checklist* para auxiliar no desenvolvimento e avaliação de jogos digitais em realidade virtual para a reabilitação virtual de idosos

Carolina B. Pillon<sup>1</sup>; Régio P. da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Doutorado em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.*

<sup>2</sup> *Programa de Pós-Graduação em Design, Departamento de Design e Exp. Gráfica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.*

## RESUMO

Recentemente, os jogos digitais e a tecnologia de realidade virtual vêm sendo utilizados como um recurso complementar para a reabilitação. É importante destacar que diversos fatores devem ser levados em consideração ao desenvolver um artefato digital para auxiliar na reabilitação virtual de idosos. Sendo assim, o objetivo desse artigo foi propor um *checklist* para auxiliar no desenvolvimento e avaliação de jogos digitais em realidade virtual para a reabilitação virtual de idosos. A metodologia foi dividida em quatro etapas: revisão sistemática de literatura, proposição do *checklist*, coleta e análise de dados. A pesquisa pode ser classificada como um estudo quanti-qualitativo. Foi feito um grupo focal confirmatório com dois participantes para verificar o *checklist* proposto. O instrumento para a coleta de dados foi a entrevista semiestruturada. Como resultado, foi feita uma revisão de literatura a fim de levantar um conjunto de diretrizes para a reabilitação virtual de idosos. Foi aplicada a atividade de *card sorting* para sistematizar esse conjunto de diretrizes. A partir disso, foi apresentado um *checklist* que visa orientar o desenvolvimento e a avaliação de um artefato digital para auxiliar na reabilitação virtual dos idosos. O *checklist* proposto inclui 29 itens, organizados nas seguintes categorias: terapia, motivação, interação e segurança. Foram sugeridas duas versões do *checklist*. A primeira é voltada para os desenvolvedores e visa orientar a construção do artefato digital. Já a segunda pode ser aplicada na etapa de avaliação para verificar se o jogo digital em realidade virtual atende às necessidades e preferências do público sênior.

## PALAVRAS-CHAVE

*Envelhecimento humano;  
Reabilitação virtual;  
Checklist.*

# Proposition of a checklist to assist in the development and evaluation of virtual reality games for the virtual rehabilitation of the elderly

## ABSTRACT

Recently, digital games and virtual reality technology have been used as a complementary feature for rehabilitation. It is important to emphasize that several factors should be taken into account by developing a digital artifact to assist in the virtual rehabilitation of the elderly. In this way, the aim of this paper was to propose a checklist to assist in the development and evaluation of virtual reality games for the virtual rehabilitation of the elderly. The research method was divided in four stages: systematic review, checklist proposition, data collection and analyses. This research can be classified as quanti-qualitative study. A confirmatory focus group with two participants was carried out to verify the proposed checklist. The assessment tool was a semi-structured interview. As a result, a systematic review was conducted in order to investigate a set of guidelines for the virtual rehabilitation of the elderly. The card sorting activity was applied to systematize this set of guidelines. From this, a checklist was proposed that aimed to orientate the development and evaluation of a digital artifact to assist in the virtual rehabilitation of the elderly. The proposed checklist includes 29 items, organized in the following categories: therapy, motivation, interaction and safety. Two versions of the checklist were suggested. The first one is focused on the developers and aims to orientate the construction of a digital artifact. The second one can be applied in the evaluation phase to verify if the virtual reality game meets needs and preferences of the senior users.

## KEYWORDS

*Human aging;  
Virtual rehabilitation;  
Checklist.*

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa que deu origem a este artigo foi Pillon (2021) e abordou o tema reabilitação virtual dos usuários idosos. Para tanto, os assuntos tratados ao longo deste artigo são: envelhecimento humano, reabilitação virtual e listas de verificação ou *checklist*. Também é válido destacar que os termos “idosos” e “seniores” são tratados como sinônimos nesse artigo.

O aumento da expectativa de vida é um fenômeno que pode ser observado tanto no Brasil como em outros países. A expectativa de vida dos brasileiros aumenta a cada ano. De 1940 a 2016, houve um incremento de mais de 30 anos. Isso foi possível graças à incorporação dos avanços da medicina nas políticas de saúde pública, às melhorias nas condições sócio-sanitárias e à diminuição das taxas de fecundidade (IBGE, 2017).

Os idosos podem, eventualmente, sofrer um declínio nos aspectos físico, sensorial cognitivo ou psíquico. Alguns idosos têm perda esporádica de memória, que pode estar ou não relacionado a uma doença. Podem apresentar uma condição de mobilidade reduzida em função de doenças osteoarticulares. Além disso, podem manifestar uma diminuição na visão e/ou audição, sendo circunstancial, progressiva e/ou intermitentes (RIBEIRO; ROSÁRIO, 2016).

No entanto, essas condições podem ser minimizadas com o uso de recursos que podem facilitar o desempenho das atividades diárias, produtivas e de lazer. Os recursos facilitadores incluem desde o projeto de ambientes até produtos específicos, como utensílios eletrodomésticos, acessórios para a automação de residências e tecnologias de informação e comunicação (TICs) (TIRADO; BARRETO; ASSIS, 2011).

Nesse cenário, pode-se mencionar a reabilitação virtual, que utiliza a tecnologia de realidade virtual e os jogos digitais para auxiliar na reabilitação dos pacientes. De acordo com Gularte (2010), os jogos digitais (chamados pelo autor de jogos eletrônicos) funcionam a partir de um conjunto de instruções gravadas na memória de uma placa ou cartucho. As informações são processadas por um computador e controladas pelo jogador (GULARTE, 2010). Existem inúmeros acessórios que o jogador pode utilizar para controlar um jogo, como *joysticks*, volantes, pedais, mouse, teclado e botões (GULARTE, 2010). Santos (2010) cita alguns controles para o uso terapêutico, como o *Wii Remote®*, *Wii Balance Board®*, *PlayStation Eye Toy®*, além de outros que podem ser adaptados para que possam ser usados com a boca ou pés. Os jogos digitais para os óculos de realidade virtual também podem ser aplicados com fins terapêuticos, como é demonstrado no decorrer desse artigo.

Para Santos (2010), os jogos devem possuir três características importantes: fácil compreensão, poucos elementos gráficos e mensagens positivas. Os jogos de fácil compreensão são aqueles em que o objetivo é apresentado de forma clara para o jogador e não é necessário fornecer explicações adicionais sobre como se deve jogar (SANTOS, 2010). O mesmo autor sugere que os jogos não devem ter muitos elementos gráficos e cores para não desviar a atenção do jogador do foco desejado. Deve-se ainda oferecer mensagens positivas para o jogador, pois, geralmente, as pessoas que procuram um serviço de saúde não se encontram em um estado de alta auto-estima (SANTOS, 2010). É preferível que os jogos motivem os jogadores a melhorarem o seu desempenho (SANTOS, 2010).

Para garantir que um artefato digital atenda às necessidades e preferências dos usuários, é preciso realizar avaliações ou inspeções que podem ser feitas pelos próprios usuários ou por especialistas. Destaca-se a avaliação por meio

da lista de verificação (ou *checklist*), a qual permite inspecionar a qualidade de um software. Conforme Sobral (2019), as inspeções ergonômicas por *checklists* permitem identificar uma variedade de pequenos problemas de usabilidade que se repetem em uma interface. A qualidade de um software é avaliada por meio da verificação da conformidade da interface, com recomendações ergonômicas derivadas das pesquisas aplicadas (SOBRAL, 2019). Nesse sentido, um *checklist* bem planejado, a partir de uma rigorosa revisão sistemática de literatura, pode ajudar a orientar as etapas de desenvolvimento e a avaliação de um software ao indicar os principais critérios que devem ser considerados em um artefato digital voltado para a reabilitação virtual do público sênior.

Por meio da revisão de literatura, foi possível perceber que existe a necessidade de propor um *checklist* com o intuito de auxiliar no desenvolvimento e avaliação de aplicações em realidade virtual para a reabilitação de idosos. Um recurso como este é válido, pois mostra os critérios mais relevantes a serem considerados em um artefato com esse propósito. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa foi propor um *checklist* para auxiliar no desenvolvimento e avaliação de jogos digitais em realidade virtual para a reabilitação virtual de idosos.

Esse artigo pode ser justificado no contexto acadêmico ou científico ao oferecer um *checklist*, contendo 29 itens e organizados em quatro categorias, com a finalidade de guiar designers ou pesquisadores no desenvolvimento e avaliação de um artefato digital para a reabilitação virtual de idosos. O recurso proposto pode orientar um grupo de desenvolvedores na construção do artefato digital. O mesmo *checklist* também pode ser utilizado na etapa de avaliação com os usuários idosos para verificar a qualidade do artefato testado.

Na presente seção, foi feita a introdução ao tema do artigo, no qual foi apresentado o objetivo e a justificativa. Na Fundamentação teórica, foi feita uma breve revisão de bibliografia acerca dos temas: reabilitação virtual e listas de verificação ou *checklist*. Na Metodologia, foi apresentado o método que norteou a condução desse estudo. Nos resultados, foi abordado o processo de desenvolvimento do *checklist*, o qual pode ser dividido em quatro fases: revisão sistemática de literatura, proposição do *checklist*, bem como coleta e análise de dados. Na última seção, são feitas as considerações finais a respeito da pesquisa.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na fundamentação teórica, foram explorados os principais conceitos sobre os temas: reabilitação virtual e listas de verificação ou *checklist*.

### 2.1 Reabilitação virtual

Recentemente, a realidade virtual vem sendo aplicada tanto para o tratamento quanto para a avaliação de pessoas que sofrem de distúrbios do equilíbrio.

Segundo Fialho (2018), as aplicações da realidade virtual em saúde incluem: cirurgia remota, telepresença, cirurgia de realidade aumentada; modelos de anatomia 3D para educação, diagnóstico e planejamento de visualização; desenho arquitetônico para instalações de saúde; medicina preventiva e educação do paciente; reabilitação assistida por háptica; visualização de bases de dados de médicas maciças; planejamento do tratamento; terapia médica; controle da dor; psicoterapia por meio da realidade virtual; pacientes virtuais; simulação cirúrgica.

Um dos usos da realidade virtual é a reabilitação virtual, cujo propósito é fornecer serviços de reabilitação para ajudar as pessoas a melhorar as funções físicas, cognitivas e psicossociais por meio da tecnologia (CAMPELO *et al.*, 2017). Os sistemas em realidade virtual permitem inserir o usuário em

um ambiente virtual, oferecendo estímulos visuais, auditivos e hápticos que são importantes para a recuperação de um paciente (CAMPELO *et al.*, 2017).

Campelo *et al.* (2017) desenvolveram um modelo, chamado *VR Rehab*, para a aplicação da reabilitação virtual com os idosos. Ele é dividido em 4 áreas: beneficiários e fornecedores, ambientes virtuais, engajamento social e aplicação na saúde. Os beneficiários e fornecedores do sistema são idosos, prestadores de cuidados em saúde, pesquisadores e designers de RV. Os ambientes virtuais podem incluir sistemas de rastreamento 3D, sistemas de realidade aumentada, sistema de cavernas digitais, *exergames* (jogos que priorizam a atividade física (SANTOS, 2010)), interfaces hápticas e simuladores. O engajamento social está relacionado com acessibilidade, mudança de atitude, custos, sensibilidade cultural e preocupações de segurança. As aplicações da realidade virtual na saúde são reabilitação física, treinamento cognitivo, reabilitação psicossocial, simulações de cirurgia e desenvolvimento da literacia física.

Conforme Campelo *et al.* (2017), um dos benefícios do uso da realidade virtual é o aumento do tempo de reabilitação a um custo menor quando comparado aos programas convencionais. Na visão de Garcia *et al.* (2013), outra vantagem do uso da realidade virtual é que o terapeuta pode fornecer uma maior variedade de estímulos com maior especificidade em relação aos métodos tradicionais. O terapeuta seleciona no programa de computador o tipo de estímulo e controla os níveis de dificuldade dos exercícios de acordo com as necessidades de cada paciente.

O uso da realidade virtual com os idosos tem apresentado resultados positivos em várias áreas. Nos aspectos físicos, pesquisas demonstram a sua aparente eficácia no controle da postura e equilíbrio, velocidade de marcha, amplitude de movimento e gasto energético. Nos aspectos cognitivos, percebeu-se melhora na função executiva, atenção e memória. E nos aspectos psicossociais, verificou-se uma melhora nos sintomas de depressão, ansiedade, humor e interação social (CAMPELO *et al.*, 2017).

Plataformas comerciais podem ser utilizadas na avaliação e reabilitação das disfunções vestibulares, como a *Balance Rehabilitation Unit® (BRU)*, desenvolvida pela *Medicaa®*. A plataforma apresenta três módulos: posturografia, reabilitação do equilíbrio corporal e jogos de treinamento postural (GARCIA *et al.*, 2013). O sistema inclui um computador com o programa, estrutura metálica de segurança, suporte de proteção com alças e cinto, plataforma de força, óculos de realidade virtual, acelerômetro e almofada de espuma (GARCIA *et al.*, 2013).

Doná, Santos e Kasse (2010) verificaram os efeitos da reabilitação virtual por meio do *BRU®*, em uma paciente idosa com diagnóstico de vestibulopatia periférica crônica, com prejuízo no controle do equilíbrio corporal estático, dinâmico e da capacidade funcional, considerando os aspectos clínicos, funcionais e qualidade de vida. Foram realizadas 15 sessões, duas vezes por semana, com duração de 50 minutos. Posteriormente, foram aplicadas as seguintes avaliações: Escala de Equilíbrio Berg (*Balance Berg Scale*, BBS), Índices da Marcha Dinâmica (*Dynamic Gait Index*, DGI), Inventário das Disfunções da Vertigem (*Dizziness Handicap Inventory*, DHI), Questionário Brasileiro de Avaliação Funcional Multidimensional (BOMFAQ) e o Teste Clínico de Interação Sensorial e Equilíbrio (TCISE). Os autores observaram que após as sessões com realidade virtual houve redução da intensidade e frequência da tontura, melhora no equilíbrio corporal e na capacidade funcional e maior integração das informações sensoriais, nas condições de conflitos visuais e somatossensoriais. Nesse sentido, os autores concluem que a reabilitação vestibular por meio da realidade virtual foi eficaz

para promover a melhora clínica e funcional desta idosa com vestibulopatia crônica.

Embora ainda existam poucos estudos sobre o uso dos óculos de realidade virtual para a reabilitação, principalmente no que se refere aos idosos, pode-se perceber que essa tecnologia é um método, aparentemente, eficaz na reabilitação vestibular. Do ponto de vista do Design, é importante realizar sucessivas avaliações com o usuário a fim de verificar se existem inconsistências na interface e melhorar a experiência de uso do artefato.

## 2.2 Lista de verificação ou *checklist*

Uma forma de inspecionar ou verificar os problemas em uma interface é por meio das listas de verificação (ou *checklists*). De acordo com Sobral (2019), o *checklist* é uma ferramenta que permite identificar uma variedade de pequenos problemas de usabilidade em uma interface. Quando bem elaboradas, as listas de verificação podem trazer resultados uniformes e abrangentes (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). Elas devem apresentar um conteúdo organizado e pertinente para as avaliações, contendo as próprias questões e, se necessário, outros elementos explicativos, como notas, exemplos ou glossários (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010).

O *checklist* surgiu como uma ferramenta para garantir a segurança no trabalho. Em 1934, o exército dos EUA estava na fase final de avaliação de aeronaves. Houve um acidente e uma das aeronaves parou de funcionar após a decolagem. Depois de uma investigação, descobriu-se que a causa do acidente foi um erro de pilotagem. O copiloto havia se esquecido de liberar a trava do elevador antes da decolagem (VAZQUEZ; SIMÕES, 2016).

Por essa razão, os pilotos se uniram para criar quatro listas que deveriam ser verificadas durante a decolagem, o voo, antes do pouso e após o desembarque. Os pilotos perceberam que o sistema de aviação é bastante complexo para a memória de um ser humano. Assim, as listas de verificação podiam garantir que o piloto e co-piloto se lembrassem de realizar todos os procedimentos para um voo seguro. As mesmas passaram, então, a ser utilizadas em outros contextos além da aviação, como na engenharia de software para a verificação e validação de requisitos (VAZQUEZ; SIMÕES, 2016).

O *checklist* pode ser criado em uma tabela com quatro colunas, como mostra o exemplo no **Quadro 1**. Na primeira, são mostrados os números dos itens da lista. Na segunda, são apresentados os itens a serem verificados na forma de perguntas ou assertivas. Nas últimas, o usuário preenche a lacuna com sim ou não (VAZQUEZ; SIMÕES, 2016).

**Quadro 1** Trecho de um *checklist* de segurança doméstica para a detecção do risco de queda. Fonte: adaptado de Herdman (2002, p. 508).

Limpeza da casa			
1	Você enxuga o chão assim que vê que ele está molhado?	si	não
2	Você mantém o assoalho e as escadas limpos e sem objetos espalhados?	si	não
3	Você guarda livros, revistas, artigos de costura e outros objetos assim que acabou de usá-los e nunca os deixa no chão e nas escadas?	si	não
4	Você costuma guardar os itens que mais usa em prateleiras fáceis de alcançar?	si	não

Com isso, a equipe pode identificar, de forma objetiva, o que foi feito ou não em um projeto. Um ponto positivo das listas de verificação é que elas são facilmente delegáveis e podem ser executadas por qualquer membro da equipe. Caso contrário, o trabalho iria depender da experiência e dos

critérios adotados pelos responsáveis pela etapa de verificação, o que poderia resultar em uma falta de padronização (VAZQUEZ; SIMÕES, 2016).

De acordo com Cybis, Betiol e Faust (2010), as vantagens de uma avaliação realizada por meio de listas de verificação são: i. fornece conhecimento ergonômico sobre os itens avaliados; ii. sistematiza as avaliações em termos de qualidades a inspecionar; iii. sistematiza as avaliações em termos de abrangência de componentes a inspecionar; iv. reduz a subjetividade; v. reduz os custos de avaliação.

O *checklist* é um método que pode ser utilizado para a inspeção ou avaliação de um software. A avaliação por meio de *checklist* pode ser uma ferramenta adequada para a verificação de uma interface pelos usuários seniores. Os idosos podem indicar por meio de uma lista o que foi possível incluir em um sistema, bem como aquilo que foi negligenciado. Assim, os resultados obtidos com a aplicação dessa ferramenta podem apontar quais foram os acertos e as falhas na visão dos usuários mais velhos.

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa apresentada nesse artigo pode ser classificada como quanti-qualitativa. A metodologia (Figura 1) foi dividida em quatro etapas: revisão sistemática de literatura, proposição do *checklist*, coleta e análise de dados. A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em junho de 2019.



Figura 1 Metodologia da pesquisa. Fonte: autoria própria (2021).

Na primeira etapa, foi realizada uma revisão sistemática de literatura a fim de levantar diretrizes, recomendações e princípios de design para a reabilitação virtual do público sênior. A busca foi feita nas bases de dados: ProQuest, Scopus, IEEE, Direct Science, Web of Science e Wiley Online Library. Os idiomas selecionados foram o Português e o Inglês. Foi utilizada a seguinte *string* de busca: (*guidelines* OR "*design principles*" OR *recommendations*) AND ("*virtual rehabilitation*") AND (*elderly* OR *senior*). Não foi delimitada uma data para a busca. Os critérios de seleção foram: 1. O idioma é o Português ou o Inglês; 2. O texto está disponível em formato eletrônico; 3. Os participantes da pesquisa são idosos; 4. A pesquisa apresenta diretrizes, recomendações ou princípios de design para a reabilitação virtual.

Na segunda etapa, foi proposto o *checklist* de acordo com o modelo apresentado por Ji et al. (2006). Conforme a proposta dos autores, foi feita uma revisão sistemática de literatura para

levantar diretrizes, recomendações e princípios de design para a reabilitação virtual de idosos. Posteriormente, foi realizada a atividade de *card sorting* para classificar as diretrizes levantadas em quatro grupos: terapia, motivação, interação e segurança. Os dados do *card sorting* foram verificados por meio da análise de agrupamentos (ou análise de *cluster*), matriz de similaridade e dendrograma. A partir dos resultados obtidos, foi proposto o *checklist* para a reabilitação virtual dos idosos, o qual continha, inicialmente, 30 itens organizados em quatro grupos.

Na terceira etapa, foi realizada uma entrevista semi-estruturada com dois participantes nas áreas desse estudo. Eles foram selecionados conforme a sua experiência acadêmica e/ou profissional nesses campos. A sessão teve duração de aproximadamente 30 minutos. As pessoas foram convidadas a participar da pesquisa por e-mail. Os participantes responderam a seis questões abertas para verificar o recurso proposto e foram feitas as alterações conforme as suas sugestões.

Na última etapa, foi feita a análise qualitativa dos dados com o intuito de encontrar itens que poderiam ser melhorados na versão final do recurso. Nesse sentido, foram feitas as alterações sugeridas pelos participantes. A versão final do *checklist* contém 29 itens, que foram classificados em quatro categorias: terapia, motivação, interação e segurança.

### 4. RESULTADOS

Nas subseções a seguir, foram apresentados os principais resultados encontrados na pesquisa. Os resultados foram divididos em quatro etapas: revisão sistemática de literatura, proposição do *checklist*, coleta e análise de dados.

#### 4.1 Revisão sistemática de literatura

A busca na base de dados retornou 92 publicações. 8 publicações duplicadas foram removidas. A inclusão e exclusão das publicações foram feitas com base na leitura do título, palavras-chave e resumo. As publicações que atenderam aos critérios de inclusão foram aceitas. As demais foram excluídas por não responderem à questão investigada. 20 pesquisas publicadas em periódicos, conferências ou livros foram selecionadas para a pesquisa.

Foram coletadas 189 diretrizes, recomendações e princípios de design, conforme se pode observar no Quadro 2. Embora o foco dessa pesquisa seja a reabilitação do equilíbrio de idosos, foram mantidos os artigos que abordam outras questões, como Parkinson (OÑA *et al.*, 2018), Alzheimer (ROBERT *et al.*, 2014) e Acidente Vascular Cerebral (BADIA *et al.*, 2016). Tais estudos oferecem fundamentação teórica relevante para essa pesquisa. Além disso, a exclusão desses artigos iria restringir o número de dados coletados.

Foram encontrados poucos estudos que apresentam diretrizes para o desenvolvimento de aplicações direcionadas para os óculos de realidade virtual. A maioria das pesquisas apresenta um conjunto de diretrizes para os dispositivos não-imersivos. Sendo assim, foram incluídas 25 recomendações propostas pelo Google Design ([S.d.]). O número de dados coletados passou a ser igual a 214.

Posteriormente, 91 diretrizes foram selecionadas. As diretrizes com significado igual ou similar foram reunidas em uma mesma diretriz. 26 diretrizes foram excluídas por serem imprecisas ou visar outras tecnologias, como os sensores *Leap Motion*® e *Kinect*®.

As 91 diretrizes foram analisadas pelos pesquisadores conforme a sua utilidade e compreensão. Esse critério também foi adotado por Possatti (2015). Foi atribuída uma nota de 1 a 5: quanto à utilidade, 1 - "Mínima" a 5 - "Indispensável"; e à compreensão, 1 - "Não compreendi" a 5 - "Compreendi". A

nota referente aos dois critérios foi somada e foram selecionadas as diretrizes com nota igual ou superior a 7. Com isso, 60 diretrizes foram selecionadas para a pesquisa.

**Quadro 2** Tipo e quantidade de dados coletados. Fonte: autoria própria (2021).

Autor(es)	Tipo	Número
Fernandez-Cervantes <i>et al.</i>	Diretrizes	5
Oña <i>et al.</i>	Princípios de design	9
Brox, Konstantinidis e Evertsen	Diretrizes	8
Cataldi e Silva	Parâmetros	22
Badia <i>et al.</i>	Princípios de design	17
Nawaz <i>et al.</i>	Recomendações	13
Konstantinidis <i>et al.</i>	Diretrizes e recomendações	14
Morán <i>et al.</i>	Diretrizes	4
Ramírez-Fernández <i>et al.</i>	Princípios de design	9
Robert <i>et al.</i>	Recomendações	8
Nawaz <i>et al.</i>	Recomendações	8
Uzor e Baillie	Recomendações	4
Velazquez <i>et al.</i>	Insights de design	3
Lohse <i>et al.</i>	Princípios de design	6
Planinc, Nake e Kappel	Diretrizes	8
Gerling <i>et al.</i>	Diretrizes	7
Bouchard <i>et al.</i>	Diretrizes	13
Brox <i>et al.</i>	Estratégias persuasivas	6
Gerling, Schild e Masuch	Critérios de design	4
Timmermana <i>et al.</i>	Diretrizes	21
Total		189

## 4.2 Proposição do *checklist*

Foi realizada a atividade de *card sorting* com o objetivo de classificar o conjunto de 60 diretrizes em quatro grupos, sendo eles: terapia, motivação, interação e segurança. A análise estatística dos dados foi feita com os programas *Excel*<sup>®</sup> e *SPSS 18*<sup>®</sup>. No *Excel*<sup>®</sup>, foi feita a tabulação dos dados da pesquisa. No *SPSS 18*<sup>®</sup>, foi feita a análise de agrupamento, o qual permitiu gerar a matriz de similaridade e o dendrograma. Com isso, foi possível agrupar o conjunto de diretrizes em quatro grupos de uma forma sistemática e quantitativa. Mais detalhes sobre o processo de sistematização das diretrizes podem ser obtidos em Pillon e Silva (2020).

Após a sistematização das diretrizes, foi possível elaborar o *checklist*. As diretrizes que estavam relacionadas entre si foram incluídas em um mesmo subgrupo. Por exemplo, foi criado um subgrupo, chamado de interface, para as diretrizes: “Crie uma interface clara e limpa” (KONSTANTINIDIS *et al.*, 2016; OÑA *et al.*, 2018; PLANINC; NAKE; KAMPEL, 2013); “Use uma interface atraente e amigável” (KONSTANTINIDIS *et al.*, 2016); “Coloque os controles de interface do usuário no campo de visão atual do usuário” (GOOGLE DESIGN, [s. d.]). Assim, o item interface se refere à facilidade com que os idosos conseguem utilizar a interface.

Optou-se por seguir o modelo descrito por Vazquez e Simões (2016), em que são criadas quatro colunas. Na primeira, é utilizado um número para identificar os itens. Entretanto, foi inserido um ícone em vez de números na primeira coluna. A imagem serve, principalmente, para ajudar na compreensão das perguntas. Na segunda, são descritos os itens na forma de perguntas ou assertivas. Na terceira e quarta, os participantes da pesquisa devem responder o *checklist*, marcando “sim” ou “não” para cada um dos itens.

Foram propostos dois *checklists*: o primeiro deve ser utilizado por desenvolvedores a fim de auxiliar no desenvolvimento do projeto e o segundo deve ser aplicado com os idosos para avaliar um artefato. O *checklist* destinado para

os desenvolvedores visa orientar o desenvolvimento do artefato. O questionário contém 30 itens na forma de recomendações ou diretrizes escritas no imperativo. Foi inserida uma caixa de seleção (*checkbox*) para que os desenvolvedores possam indicar o que foi feito no projeto. Dessa maneira, é possível verificar quais itens foram incluídos ou negligenciados em um projeto.

O segundo *checklist* foi elaborado para ser impresso em uma folha A4, dado que a intenção é aplicá-lo com os idosos. Evitou-se utilizar palavras estrangeiras, exceto os termos *checklist* e *feedback* (já que não há uma tradução formal para este). Foram inseridos dois campos para que os participantes indiquem com “sim”, se o requisito foi incluído no artefato, ou “não”, caso tenha sido esquecido. Da mesma forma, buscou-se criar um questionário sucinto com perguntas curtas e objetivas para não cansar os respondentes. Caso os participantes não entendam alguma pergunta, a pessoa que irá aplicar o questionário deve estar preparada para esclarecer essas questões.

O *checklist* contém 30 itens, divididos em quatro grupos: terapia, motivação, interação e segurança. A seguir, é feita uma breve descrição dos itens do recurso.

### 4.2.1 Terapia

Os itens a seguir se referem ao grupo de Terapia.

**Coleta de dados:** Os dados devem ser coletados para que o terapeuta possa verificar o desempenho do paciente em cada sessão e acompanhar o seu progresso (OÑA *et al.*, 2018). Para Cataldi e Silva (2017), algumas informações que podem ser relatadas são: desempenho, completude dos exercícios, tempo de jogo e assiduidade do paciente.

**Adaptabilidade:** O jogo deve apresentar uma variabilidade de exercícios para que possam atender a diferentes pacientes com necessidades específicas (CATALDI; SILVA, 2017; TIMMERMANS *et al.*, 2009).

**Repetição:** Segundo Cataldi e Silva (2017), a repetição da atividade ajuda na memorização e no desenvolvimento do paciente, sendo interessante que o paciente retorne ao jogo sempre que possível.

**Movimento:** De acordo com Badia *et al.* (2016), a aprendizagem motora é mais eficaz quando a prática inclui condições ambientais e de movimento semelhantes às exigidas em um contexto real. Os autores citam como exemplo treinar caminhada utilizando simulações em uma esteira. Sendo assim, devem-se incluir movimentos que sejam úteis para ajudar os idosos nas tarefas do dia a dia.

### 4.2.2 Motivação

Os itens que seguem estão associados ao grupo Motivação.

**Dificuldade:** Dado que pode existir uma grande variedade entre os idosos, é importante oferecer a possibilidade de ajustar a dificuldade do jogo conforme as habilidades de cada jogador (PLANINC; NAKE; KAMPEL, 2013). Outros autores também mencionam que é importante manter os jogadores idosos na “zona de fluxo” (BOUCHARD *et al.*, 2012; ROBERT *et al.*, 2014). Zona de fluxo é um estado mental estudado, especialmente, por Mihaly Csikszentmihalyi, em que os jogadores relatam uma concentração intensa e sensação de prazer (PRENSKY, 2012). Desse modo, a dificuldade do jogo é balanceada de acordo com as habilidades de cada pessoa para que eles permaneçam envolvidos com a experiência.

**Objetivos e resultados:** O jogo deve oferecer metas claras (LOHSE *et al.*, 2013), assim como os resultados esperados no jogo (NAWAZ *et al.*, 2014). O objetivo (ou meta) indica o que o jogador deve fazer no jogo, por exemplo, obter pontuação máxima, chegar ao fim, vencer o chefão, pegar a bandeira, conseguir as melhores cartas, etc. (PRENSKY, 2012). Já os

resultados são uma forma de medir se o jogador alcançou ou não os objetivos (PRENSKY, 2012).

**Música:** A música deve estar apropriada à idade dos idosos, bem como ao objetivo do jogo ou aos movimentos realizados (NAWAZ *et al.*, 2014). Uma possibilidade é que os próprios usuários possam alterar o estilo de música preferido na página de configurações do aplicativo.

**História:** Segundo Nawaz *et al.* (2014), a história do jogo deve se aproximar das atividades diárias dos idosos. Essas atividades podem incluir esportes, natação, remo, exercícios, dança, jogos de quebra-cabeça, passeios na natureza, etc.

**Tema:** O tema do jogo deve estar relacionado aos interesses dos idosos (PLANINC; NAKE; KAMPEL, 2013). Para os mesmos autores, o acesso ao mundo dos jogos digitais é mais fácil, quando os gestos necessários estão relacionados às ações na vida real.

**Tempo:** Ao contrário dos jogadores mais experientes, os idosos precisam de mais tempo para se envolver com um jogo (VELAZQUEZ *et al.*, 2013). Eles precisam de tempo para entender o que está acontecendo e planejar uma reação (BROX; KONSTANTINIDIS; EVERTSEN, 2017).

**Recompensas:** Os jogos devem oferecer recompensas (BADIA *et al.*, 2016; LOHSE *et al.*, 2013) e feedback positivo (BROX; FERNANDEZ-LUQUE; TØLLEFSEN, 2011; NAWAZ *et al.*, 2016). As recompensas e o feedback positivos são benefícios que se recebe com base no bom desempenho ou ao concluir uma tarefa com sucesso (BOLLER; KAPP, 2018).

**Nível de progresso:** Uzor e Baillie (2014) recomendam que o progresso seja comunicado para os idosos através da pontuação do *exergame*. A pontuação é um indicador numérico que mostra o desempenho do jogador (NOVAK, 2010).

**Interação social:** A interação social ajuda na aprendizagem do jogo (NAWAZ *et al.*, 2016), aumenta a diversão (BROX *et al.*, 2016) e é um fator importante para a motivação dos idosos (PLANINC; NAKE; KAMPEL, 2013).

**Diversão:** O treinamento deve incluir a diversão e ser envolvente (TIMMERMANS *et al.*, 2009). A diversão em um jogo está relacionada a vários fatores, como: descoberta, entusiasmo, fantasia, medo/admiração, prazer e surpresa (BURKE, 2015).

**Informações:** Os jogos devem mostrar informações para incentivar as pessoas a serem mais ativas (BROX *et al.*, 2011). Entretanto, as informações importantes devem vir após a jogabilidade para não desviar a atenção dos idosos (BROX; KONSTANTINIDIS; EVERTSEN, 2017).

#### 4.2.3 Interação

Os itens do grupo Interação são listados na sequência.

**Interface:** Diferentes autores abordam o tópico “interface” nos artefatos para a reabilitação virtual dos idosos (BROX *et al.*, 2011; KONSTANTINIDIS *et al.*, 2016; OÑA *et al.*, 2018; PLANINC; NAKE; KAMPEL, 2013). A interface deve ser fácil de usar para que eles possam se concentrar no exercício do jogo.

**Cores:** De acordo com Jones e Eerden (2008, *apud* BOUCHARD *et al.*, 2012), os idosos enxergam melhor as cores vivas e quentes, como vermelho, laranja e amarelo, do que as frias, como o azul e roxo. Eles podem ter dificuldade em distinguir as cores escuras e os tons pastéis. Também pode haver uma redução na acuidade visual, tornando as imagens próximas desfocadas e os detalhes das texturas difíceis de discriminar. Portanto, devem-se utilizar cores quentes e brilhantes (intensas) com texturas simples (BOUCHARD *et al.*, 2012).

**Botões:** Os botões da interface devem ser grandes e com uma distância grande entre eles (BROX; KONSTANTINIDIS; EVERTSEN, 2017). Segundo Nielsen e Budiu (2014), pesquisas

(PARHI; KARLSON; BEDERSON, 2006) indicam que o tamanho ideal de um alvo de toque na interface de dispositivos móveis é de 1 x 1 centímetros (cm). Os alvos muito pequenos e abarrotados representam um desafio para os usuários (NIELSEN; BUDIUI, 2014), principalmente para o público de idosos.

**Texto:** Para Brox, Konstantinidis e Evertsen (2017), deve-se fornecer feedback sonoro através de um texto gravado. Caso seja necessário apresentar textos, é importante utilizar fontes grandes e claras (BROX; KONSTANTINIDIS; EVERTSEN, 2017).

**Áudio:** O áudio ambiental permite ouvir o som na direção em que ele está sendo emitido. Ele pode ser utilizado para orientar a atenção do usuário para uma determinada área do cenário (GOOGLE DESIGN, [s. d.]).

**Feedback:** O feedback é qualquer informação sobre como uma habilidade foi realizada e a eficácia com que foi executada (LOHSE *et al.*, 2013). O feedback pode ser visual e auditivo (PLANINC; NAKE; KAMPEL, 2013), das ações do jogador (LOHSE *et al.*, 2013), ou mesmo das ações erradas (MORÁN *et al.*, 2015).

**Animações:** Conforme Uzor e Baillie (2014), as animações são mais eficazes do que imagens estáticas ou textos para transmitir as informações sobre os movimentos a serem realizados no jogo.

**Gráficos:** É importante evitar o excesso de informações na tela, pois os idosos podem ter dificuldade de encontrar os objetos em cenas visualmente complexas (BOUCHARD *et al.*, 2012). Também se devem evitar objetos pequenos (BROX; KONSTANTINIDIS; EVERTSEN, 2017; PLANINC; NAKE; KAMPEL, 2013) e com movimentos rápidos (KONSTANTINIDIS *et al.*, 2016).

**Configuração e instalação:** Os jogos devem ser fáceis de configurar e executar (GERLING *et al.*, 2012), mostrar a língua nativa do usuário (NAWAZ *et al.*, 2016), assim como apresentar recursos ajustáveis para que possam ser modificados conforme as necessidades de cada paciente (OÑA *et al.*, 2018). Estes recursos podem ser apresentados por meio de um controle deslizante (*slider*). Para Grant (2019), eles são ótimos para ajustar o volume, o brilho e a cor da tela.

**Assistência:** Dado que os idosos podem, eventualmente, apresentar deficiências visuais e/ou auditivas, é importante utilizar diferentes recursos, sejam visuais, auditivos, ou vibrotátil para fornecer assistência adequada para o jogador (BOUCHARD *et al.*, 2012).

**Autonomia:** A autonomia se refere à capacidade do paciente poder jogar sozinho sem a presença de um profissional de fisioterapia (CATALDI; SILVA, 2017).

**Entrada de dados:** Convém utilizar o movimento do jogador como entrada principal para a interação com o jogo (CATALDI; SILVA, 2017). No caso de uma aplicação em realidade virtual para *Google Cardboard*®, a interação ocorre por meio dos movimentos da cabeça do jogador.

#### 4.2.4 Segurança

Os itens do grupo Segurança são mostrados abaixo.

**Aspectos fisiológicos:** É importante adotar algumas medidas para garantir que os usuários utilizem os óculos de realidade virtual com conforto e segurança. Para tanto, recomenda-se:

- Sempre mantenha o rastreamento da cabeça do usuário (GOOGLE DESIGN, [s. d.]);
- Inclua pontos de referências fixos no ambiente (GOOGLE DESIGN, [s. d.]);
- Coloque o usuário em ambiente virtual estacionário (GOOGLE DESIGN, [s. d.]);

- Evite a velocidade (NAWAZ *et al.*, 2016), se for necessário, utilize a velocidade constante (GOOGLE DESIGN, [s. d.]);
- Evite o esforço excessivo (GERLING *et al.*, 2012; KONSTANTINIDIS *et al.*, 2016; VELAZQUEZ *et al.*, 2013);
- Evite mudanças bruscas na luminosidade (GOOGLE DESIGN, [s. d.]);
- Evite a doença da simulação (*cybersickness*) (GOOGLE DESIGN, [s. d.]). *Cybersickness* consiste em uma doença do movimento (*motion sickness*), que é induzida por estímulos visuais, resultante da imersão em um mundo virtual gerado por computador (JERALD, 2016).

**Suporte:** Refere-se ao uso de tutoriais ou sugestões para que os jogadores possam aprender as habilidades necessárias no jogo (GERLING *et al.*, 2012).

**Dados pessoais:** Segundo Nawaz *et al.* (2016) deve-se evitar mostrar dados pessoais na tela, como o índice de massa corporal (IMC) e o resultado dos testes de equilíbrio. A exposição dos dados pessoais deve ser omitida em jogos multijogador (*multiplayer*).

### 4.3 Coleta e análise de dados

A verificação do *checklist* foi realizada com dois participantes. Os mesmos foram selecionados com base em sua experiência acadêmica e/ou profissional nos temas abordados neste estudo. O convite foi feito via e-mail. No início da entrevista, foi solicitado que eles assinassem o TCLE. Na sequência, foram apresentadas as duas versões do *checklist* – direcionadas para os desenvolvedores e os usuários seniores. No final, foram feitas seis perguntas referentes ao modelo proposto. A entrevista teve duração de aproximadamente 30 minutos.

A Participante A é docente no ensino superior e atua principalmente nos seguintes temas: acessibilidade, deficiência, design, design centrado no usuário, educação, ergonomia cognitiva, inclusão educativa, informática na educação, mídias e internet, tecnologia, tecnologias assistivas e tic's (tecnologias de informação e comunicação).

A Participante A propôs incluir a possibilidade de coletar os erros do usuário durante a atividade para que o terapeuta possa analisar o que paciente não está conseguindo realizar. Também foi sugerido retirar o item relativo à interação social, já que se joga sozinho em aplicações para o *Cardboard*®. Foi recomendado melhorar a escrita do item relacionado às cores. Apenas os itens mais importantes da jogabilidade devem ser destacados com cores quentes e brilhantes. Os demais elementos do cenário devem ter cores neutras para não cansar a visão do usuário. Além disso, foi evidenciada a importância de deixar claro para o usuário como se deve jogar. Isso pode ser solucionado por meio de tutoriais antes de o jogo iniciar, que mostram por meio de animações e áudio como o jogador deve proceder.

A participante B é fisioterapeuta e docente no ensino superior. Atua nas disciplinas voltadas para as bases neuroanatômicas, tecnologias assistivas e reabilitação neurofuncional no ciclo vital. A participante ressaltou a importância da seguridade em um artefato para os idosos, pois a faixa etária envolvida é bastante frágil e necessita de segurança. Também sugeriu a possibilidade de mapear os movimentos do usuário para que o terapeuta possa comparar os dados antes e depois da intervenção.

Conforme foi sugerido pelos participantes, o item relacionado à interação social foi removido da lista de verificação. A possibilidade de coletar os erros cometidos, bem como o rastreamento do movimento foi adicionada ao item

referente à coleta de dados. A escrita do item sobre as cores foi modificada com o intuito de facilitar a sua compreensão. Sendo assim, a versão final do modelo proposto contém 29 itens que são organizados em quatro categorias. O Apêndice A (p. 11) mostra o *checklist* para o desenvolvimento do artefato. O Apêndice B (p. 14) propõe o *checklist* para a avaliação do mesmo.

### 4.4 Discussão dos resultados

Nesse artigo, foi proposto um *checklist* para orientar o desenvolvimento e a avaliação de um jogo digital em realidade virtual para auxiliar na reabilitação virtual de idosos. Foram propostas duas versões deste recurso. A primeira tem como propósito orientar a construção do artefato digital. E a segunda pode ser aplicada no momento da avaliação com os usuários seniores.

O *checklist* para a construção do artefato visa orientar o desenvolvimento de um jogo digital em realidade virtual para a reabilitação virtual do público sênior. O recurso possui 29 itens que foram divididos em quatro grupos: terapia, motivação, interação e segurança. Já o *checklist* para a avaliação do artefato pode ser aplicado para a verificação de um jogo digital em realidade virtual para a reabilitação virtual de idosos. O recurso contempla as mesmas categorias do *checklist* para a construção do artefato.

Conforme foi mencionado anteriormente, o *checklist* proposto foi organizado em quatro categorias distintas. O primeiro critério é a “Terapia”, o qual contempla itens para auxiliar na reabilitação virtual do público sênior. Ramírez-Fernández *et al.* (2014) sugerem que alguns fatores importantes para os ambientes de reabilitação haptic-virtuais são acessibilidade aos dados do paciente, adaptação da terapia, entre outros. Cataldi e Silva (2017) consideram outros elementos, como: coleta de dados, acessibilidade para o fisioterapeuta, potencial de generalização, repetição e assiduidade, bem como abstração do movimento.

O segundo critério é a “Motivação”, contendo itens para propiciar engajamento dos idosos. Badia *et al.* (2016) sugerem que os elementos dos jogos podem melhorar a motivação dos usuários. Embora não haja um consenso sobre quais elementos são necessários em um jogo, algumas características que têm sido indicadas como importantes são: diversão, fluxo, metas, feedback, equilíbrio de jogo, ritmo, escolhas interessantes, estrutura narrativa, entre outras (BADIA *et al.*, 2016).

O terceiro critério é a “Interação” e envolve itens para tornar o artefato fácil e agradável de ser utilizado pelos usuários seniores. É importante atender às questões de acessibilidade e de usabilidade para que os idosos possam fazer uso do artefato com facilidade. Para tanto, deve-se levar em consideração alguns aspectos, como: contraste de cor, fonte, tamanho dos botões, animações, etc.

O último critério é a “Segurança”, o qual visa promover a segurança e o conforto do usuário. Para Ayed *et al.* (2016), a segurança dos jogos digitais é um item muito importante. Os parâmetros do jogo podem ser configurados para permitir que os fisioterapeutas adaptem os exercícios de acordo com as necessidades e preferências de cada usuário (AYED *et al.*, 2016).

Sendo assim, espera-se que o *checklist* proposto possa ser aplicado por outros pesquisadores ou designers nas etapas de desenvolvimento e avaliação de um artefato digital para auxiliar na reabilitação virtual dos usuários idosos. Recomenda-se que o artefato digital possa ser desenvolvido para um dispositivo acessível e de baixo custo, como o *Google Cardboard*®.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse artigo foi propor um *checklist* para orientar o desenvolvimento e avaliação de um jogo digital em realidade virtual para a reabilitação virtual do público sênior. Para tanto, foi adotada uma metodologia dividida em quatro etapas. Inicialmente, foi feita uma revisão sistemática de literatura a fim de levantar diretrizes, recomendações e princípios de design para a reabilitação virtual. Posteriormente, o *checklist* foi baseado no modelo proposto por Ji et al. (2006). Foi feita uma entrevista semiestruturada com dois participantes nas áreas da pesquisa para verificar o recurso proposto. Por fim, foi feita a revisão do *checklist* conforme as sugestões dos participantes.

Como principal limitação dessa pesquisa, pode-se destacar a impossibilidade de validar o *checklist* proposto com os usuários seniores devido à pandemia de Covid-19. Conforme Brasil (2021): “A Covid-19 é uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global”. Desse modo, por motivos de segurança e para evitar o risco de contágio pela Covid-19, optou-se por suspender a verificação que seria realizada com um grupo de indivíduos idosos no primeiro semestre de 2020.

Nesse sentido, recomenda-se um maior aprofundamento em questões que não puderam ser solucionadas nessa pesquisa. Sugere-se que em trabalhos futuros seja possível aplicar este recurso no desenvolvimento e avaliação de um artefato digital para auxiliar na reabilitação virtual de idosos.

Apesar das limitações encontradas na pesquisa, espera-se ter sido possível gerar conhecimento no campo do Design em relação aos aspectos principais que devem ser considerados no desenvolvimento e avaliação de um jogo digital em realidade virtual para a reabilitação virtual do público sênior. Isso envolveu quatro critérios distintos: terapia, motivação, interação e segurança. Quanto ao critério Terapia, deve-se atender a questões como: coleta e análise de dados, adaptabilidade, repetição e movimento. Em relação à motivação, é importante propiciar o engajamento dos idosos através de fatores como dificuldade, nível de progresso, música, entre outros. No que diz respeito à interação, é adequado levar em consideração os aspectos de usabilidade e acessibilidade para que o artefato seja fácil e agradável de utilizar. No que tange a segurança, convém priorizar o conforto e a segurança do usuário sênior.

### Agradecimento

Os autores agradecem ao Laboratório de Virtual Design (ViD) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

## REFERÊNCIAS

- AYED, I. *et al.* Fall Prevention Serious Games for Elderly People Using RGBD Devices. *In: 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAMES AND VIRTUAL WORLDS FOR SERIOUS APPLICATIONS (VS-GAMES)*, 2016, Barcelona. **8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)**. Barcelona: VS-GAMES, 2016. p. 1–3.
- BADIA, Sergi Bermúdez i *et al.* Virtual Reality for Sensorimotor Rehabilitation Post Stroke: Design Principles and Evidence. *In: NEUROREHABILITATION TECHNOLOGY*. Cham: Springer, 2016. p. 573–603.
- BOLLER, Sharon; KAPP, Karl. **Jogar para Aprender: Tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes**. [S. l.]: DVS EDITORA, 2018.
- BOUCHARD, Bruno *et al.* Developing Serious Games Specifically Adapted to People Suffering from Alzheimer. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERIOUS GAMES DEVELOPMENT AND APPLICATIONS*, 2012, Berlin. **Serious Games Development and Applications**. Berlin: Springer, 2012. p. 243–254.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Coronavírus: O que é a Covid-19?**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://is.gd/iPee0T>. Acesso em: 13 abr. 2021.
- BROX, E. *et al.* Exergames for elderly: Social exergames to persuade seniors to increase physical activity. *In: 2011 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE COMPUTING TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE (PERVASIVEHEALTH) AND WORKSHOPS*, 2011, Dublin. **2011 5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops**. Dublin: IEEE, 2011. p. 546–549.
- BROX, Ellen *et al.* GameUp: Exergames for Mobility – A Project to Keep Elderly Active. *In: XIV MEDITERRANEAN CONFERENCE ON MEDICAL AND BIOLOGICAL ENGINEERING AND COMPUTING 2016*. Cham: Springer, 2016. p. 1225–1230.
- BROX, E.; FERNANDEZ-LUQUE, L.; TØLLEFSEN, T. Healthy Gaming - Video Game Design to promote Health. **Applied Clinical Informatics**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 128–142, 2011.
- BROX, Ellen; KONSTANTINIDIS, Stathis Th; EVERTSEN, Gunn. User-Centered Design of Serious Games for Older Adults Following 3 Years of Experience With Exergames for Seniors: A Study Design. **JMIR Serious Games**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2017.
- BURKE, Brian. **Gamificar: Como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias**. [S. l.]: DVS Editora, 2015.
- CAMPELO, A. M. *et al.* Virtual Rehabilitation in the elderly: Benefits, issues, and considerations. *In: 2017 INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL REHABILITATION (ICVR)*, 2017, Montreal. **2017 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)**. Montreal: IEEE, 2017. p. 1–2.
- CATALDI, Pedro Cesar Pedreira; SILVA, Tiago Barros Pontes e. Parâmetros para a concepção e avaliação de jogos para reabilitação de pacientes vítimas de AVE. **Design e Tecnologia**, [s. l.], v. 7, n. 14, p. 69, 2017.
- CYBIS, Walter de Abreu; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2010.
- DONÁ, Flávia; SANTOS, Fernanda Britto Cerqueira; KASSE, Cristiane Akemi. Reabilitação do equilíbrio corporal por realidade virtual em uma idosa com vestibulopatia periférica crônica. **RBM Revista Brasileira de Medicina**, [s. l.], v. 67, n. 3, p. 15–23, 2010.
- FERNANDEZ-CERVANTES, Victor *et al.* VirtualGym: A Kinect-based system for seniors exercising at home. **Entertainment Computing**, [s. l.], v. 27, p. 60–72, 2018.
- FIALHO, Arivelto Bustamante. **Realidade Virtual e Aumentada. Tecnologias Para Aplicações Profissionais**. São Paulo: Editora Érica, 2018.
- GARCIA, Adriana Pontin *et al.* Reabilitação vestibular com realidade virtual na doença de Ménière. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, [s. l.], v. 79, n. 3, p. 366–374, 2013.















18. GERLING, Kathrin *et al.* Full-body Motion-based Game Interaction for Older Adults. *In:* , 2012, New York. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York: ACM, 2012. p. 1873–1882.
19. GERLING, Kathrin Maria; SCHILD, Jonas; MASUCH, Maic. Exergame Design for Elderly Users: The Case Study of SilverBalance. *In: EXERGAME DESIGN FOR ELDERLY USERS*, 2010, New York, NY, USA. **Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology**. New York, NY, USA: ACM, 2010. p. 66–69.
20. GOOGLE DESIGN. **A new dimension: Designing for Google Cardboard**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://goo.gl/6TWSuh>. Acesso em: 24 abr. 2018.
21. GRANT, Will. **UX Design: Guia definitivo com as melhores práticas de UX**. São Paulo: Novatec, 2019.
22. GULARTE, Daniel. **Jogos Eletrônicos. 50 Anos de Interação e Diversão**. Teresópolis: Novas ideias, 2010.
23. HERDMAN, S.J. **Reabilitação vestibular**. Barueri: Manole, 2002.
24. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Expectativa de vida do brasileiro sobe para 75,8 anos**. [s. l.], 2017. Disponível em: <https://goo.gl/fr5YzW>. Acesso em: 26 set. 2018.
25. JERALD, Jason. **The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool, 2016.
26. JI, Yong Gu *et al.* A Usability Checklist for the Usability Evaluation of Mobile Phone User Interface. **International Journal of Human-Computer Interaction**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 207–231, 2006.
27. KONSTANTINIDIS, E. I. *et al.* Design, Implementation, and Wide Pilot Deployment of FitForAll: An Easy to use Exergaming Platform Improving Physical Fitness and Life Quality of Senior Citizens. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 189–200, 2016.
28. LOHSE, Keith *et al.* Video games and rehabilitation: using design principles to enhance engagement in physical therapy. **Journal of neurologic physical therapy: JNPT**, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 166–175, 2013.
29. MORÁN, Alberto L. *et al.* On the Effect of Previous Technological Experience on the Usability of a Virtual Rehabilitation Tool for the Physical Activation and Cognitive Stimulation of Elders. **Journal of Medical Systems**, [s. l.], v. 39, n. 9, p. 104, 2015.
30. NAWAZ, Ather *et al.* An Exergame Concept for Improving Balance in Elderly People. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ICTS FOR IMPROVING PATIENTS REHABILITATION RESEARCH TECHNIQUES*, 2014, Berlin. **ICTs for Improving Patients Rehabilitation Research Techniques**. Berlin: Springer, 2014. p. 55–67.
31. NAWAZ, Ather *et al.* Usability and acceptability of balance exergames in older adults: A scoping review. **Health Informatics Journal**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 911–931, 2016.
32. NIELSEN, Jakob; BUDIUI, Raluca. **Usabilidade móvel**. Tradução: Sergio Facchim. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
33. NOVAK, Jeannie. **Desenvolvimento de games**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
34. OÑA, Edwin Daniel *et al.* Effectiveness of Serious Games for Leap Motion on the Functionality of the Upper Limb in Parkinson's Disease: A Feasibility Study. **Computational Intelligence and Neuroscience**, [s. l.], v. 2018, p. 1–17, 2018.
35. PARHI, Pekka; KARLSON, Amy K.; BEDERSON, Benjamin B. Target size study for one-handed thumb use on small touchscreen devices. *In:* , 2006, Helsinki, Finland. **Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services**. Helsinki, Finland: Association for Computing Machinery, 2006. p. 203–210. Disponível em: Acesso em: 8 jun. 2020.
36. PILLON, Carolina Bravo. **Desenvolvimento de um jogo digital em realidade virtual para a reabilitação virtual do público sênior**. 2021. Tese (Doutorado em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/221371>. Acesso em: 8 set. 2021.
37. PILLON, Carolina Bravo; SILVA, Régio Pierre da. Sistematização de diretrizes para a reabilitação virtual de idosos por meio do card sorting. **Human Factors in Design**, [s. l.], v. 9, n. 18, p. 36–51, 2020.
38. PLANINC, Rainer; NAKE, Isabella; KAMPEL, Martin. Exergame Design Guidelines for Enhancing Elderly's Physical and Social Activities. *In: THE THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON AMBIENT COMPUTING, APPLICATIONS, SERVICES AND TECHNOLOGIES*, 2013, Porto, Portugal. **The Third International Conference on Ambient Computing, Applications, Services and Technologies**. Porto, Portugal: [s. n.], 2013.
39. POSSATTI, Giovana Marzari. **Proposta de conjunto de diretrizes editoriais para o design de livro didático digital interativo para Tablet**. 2015. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/GZbwzg>. Acesso em: 8 set. 2018.
40. PRENSKY, Marc. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Senac, 2012.
41. RAMÍREZ-FERNÁNDEZ, Cristina *et al.* Design Principles for Hapto-Virtual Rehabilitation Environments: Effects on Effectiveness of Fine Motor Hand Therapy. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ICTS FOR IMPROVING PATIENTS REHABILITATION RESEARCH TECHNIQUES*, 2014, Berlin. **ICTs for Improving Patients Rehabilitation Research Techniques**. Berlin: Springer, 2014. p. 270–284.
42. RIBEIRO, M. A.; ROSÁRIO, J. M. Design para todos: uma proposta de inclusão e autonomia segura. **Medicina (USP – FMRP)**, [s. l.], v. 49, n. 2, I Congresso de gerontecnologia, p. 10–11, 2016.
43. ROBERT, Philippe H. *et al.* Recommendations for the use of Serious Games in people with Alzheimer's Disease, related disorders and frailty. **Frontiers in Aging Neuroscience**, [s. l.], v. 6, 2014.
44. SANTOS, Fernando Vanderlinde. **Videogames na fisioterapia e saúde**. 1. ed. Salto: Editora Schoba, 2010.
45. SOBRAL, Wilma Sirlange. **Design de interfaces: introdução**. São Paulo: Érica, 2019.
46. TIMMERMANS, Annick A. A. *et al.* Technology-assisted training of arm-hand skills in stroke: concepts on reacquisition of motor control and therapist guidelines for















- rehabilitation technology design. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, [s. l.], v. 6, p. 1, 2009.
47. TIRADO, Marcella Guimarães Assis; BARRETO, Kátia Magdala Lima; ASSIS, Luciana de Oliveira. Terapia Ocupacional em gerontologia. *In*: FREITAS, Elizabete Viana de; PY, Ligia; GORZONI, Milton Luiz Do (org.). **Tratado de geriatria e gerontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 1422–1428.
48. UZOR, Stephen; BAILLIE, Lynne. Investigating the Long-term Use of Exergames in the Home with Elderly Fallers. *In*: , 2014, New York. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York: ACM, 2014. p. 2813–2822.
49. VAZQUEZ, Carlos Eduardo; SIMÕES, Guilherme Siqueira. **Engenharia de Requisitos: software orientado ao negócio**. Rio de Janeiro: Brasport, 2016.
50. VELAZQUEZ, A. *et al.* Design of exergames with the collaborative participation of older adults. *In*: PROCEEDINGS OF THE 2013 IEEE 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN (CSCWD), 2013. **Proceedings of the 2013 IEEE 17th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)**. [S. l.: s. n.], 2013. p. 521–526.




## APÊNDICE A – CHECKLIST PARA OS DESENVOLVEDORES

**Checklist para os desenvolvedores**

Marque as opções abaixo para avaliar o jogo digital voltado para o público sênior conforme os critérios de terapia, motivação, interação e segurança.

ID	Terapia	
	<b>Coleta de dados</b> Colete os dados do paciente e permita que o terapeuta tenha acesso às informações. Por exemplo, alguns dados que podem ser coletados são: frequência de uso, tempo total, pontuação, tarefas concluídas, erros cometidos e rastreamento do movimento.	<input type="checkbox"/>
	<b>Adaptabilidade</b> Ofereça uma variedade de atividades que se adaptam a diferentes pessoas.	<input type="checkbox"/>
	<b>Repetição</b> Realizar as atividades regularmente ajuda na memorização e no desenvolvimento do paciente.	<input type="checkbox"/>
	<b>Movimento</b> Inclua movimentos que sejam úteis para ajudar os idosos nas tarefas do dia a dia.	<input type="checkbox"/>
ID	Motivação	
	<b>Dificuldade</b> Considerando que existe uma grande variedade entre os idosos, ofereça a possibilidade de ajustar a dificuldade do jogo, por exemplo: fácil, médio e difícil.	<input type="checkbox"/>
	<b>Objetivos e resultados</b> Mostre com clareza quais são os objetivos e resultados esperados do jogo. O objetivo indica o que o jogador deve fazer no jogo e os resultados mostram se o jogador alcançou os objetivos.	<input type="checkbox"/>
	<b>Música</b> Inclua músicas adequadas às preferências dos idosos. As músicas também devem se adequar ao objetivo do jogo e aos movimentos realizados.	<input type="checkbox"/>
	<b>História</b> Crie uma história que se aproxime do cotidiano dos idosos, incluindo atividades, como esporte, natação, dança, jogos de quebra-cabeça, passeios na natureza, etc.	<input type="checkbox"/>
	<b>Tema</b> Use um tema que se relacione aos interesses dos idosos, por exemplo, "Passeios".	<input type="checkbox"/>
	<b>Tempo</b> Dê mais tempo para que os idosos possam se envolver com o jogo. Alguns jogadores poderão precisar de mais tempo para processar a informação e planejar uma reação.	<input type="checkbox"/>
	<b>Recompensas</b> Ofereça recompensas e feedback positivos para as ações do jogador. As recompensas e o feedback positivos são benefícios que se recebe com base no bom desempenho ou ao concluir uma tarefa com sucesso.	<input type="checkbox"/>
	<b>Nível de progresso</b> Comunique o nível de progresso dos idosos por meio da quantidade de pontos acumulados no final do jogo.	<input type="checkbox"/>





ID	Motivação	
	<b>Diversão</b> Inclua elementos que possam proporcionar a diversão. Alguns fatores que contribuem para a diversão são: descoberta, entusiasmo, fantasia, medo/admiração, prazer e surpresa.	<input type="checkbox"/>
	<b>Informações</b> Mostre informações para incentivar os idosos a serem mais ativos e saudáveis, contudo as mensagens não devem atrapalhar o jogador durante o jogo.	<input type="checkbox"/>
ID	Interação	
	<b>Interface</b> Crie uma interface que seja fácil e agradável para os idosos utilizarem.	<input type="checkbox"/>
	<b>Cores</b> Os itens mais importantes da jogabilidade devem ser destacados com cores quentes e brilhantes (intensas). Os demais elementos do cenário devem ter cores neutras para não cansar a visão do usuário. Utilize bons contrastes de cores e texturas simples.	<input type="checkbox"/>
	<b>Botões</b> Crie botões com um tamanho grande e com uma distância confortável entre eles.	<input type="checkbox"/>
	<b>Texto</b> Utilize textos com fontes em tamanho grande e fáceis de ler.	<input type="checkbox"/>
	<b>Áudio</b> Considere utilizar o áudio ambiental, o qual permite ouvir o som na direção em que ele está sendo emitido.	<input type="checkbox"/>
	<b>Feedback</b> Ofereça feedback auditivo e visual, das ações do jogador ou mesmo das ações erradas. O feedback é um retorno que o sistema oferece para cada ação realizada	<input type="checkbox"/>
	<b>Animações</b> Utilize animações em vez de texto e imagens estáticas para transmitir uma informação.	<input type="checkbox"/>
	<b>Gráficos</b> Crie cenários simples para que os jogadores possam encontrar os objetos com facilidade. Evite detalhes pequenos e com movimentos rápidos.	<input type="checkbox"/>
	<b>Configuração e instalação</b> Ofereça rotinas de configuração e instalação simples, recursos ajustáveis e na língua nativa do usuário.	<input type="checkbox"/>
	<b>Assistência</b> Utilize diferentes recursos – visuais, auditivos ou hápticos (vibração) para fornecer assistência adequada para o jogador.	<input type="checkbox"/>
	<b>Autonomia</b> Favoreça a autonomia para que os jogadores idosos sejam capazes de jogar sozinhos.	<input type="checkbox"/>
	<b>Entrada de dados</b> Utilize o movimento da cabeça como entrada para interagir com o jogo.	<input type="checkbox"/>

ID	Segurança
	<p><b>Aspectos fisiológicos</b>            Propicie o conforto fisiológico e a segurança do jogador. Para tanto, recomenda-se as seguintes medidas: sempre mantenha o rastreamento da cabeça do usuário; inclua pontos de referências fixos no ambiente; coloque o usuário em ambiente virtual estacionário; evite a velocidade, se for necessário, utilize a velocidade constante; evite o esforço excessivo; evite mudanças bruscas na luminosidade; evite a doença da simulação (<i>cybersickness</i>).</p> <input data-bbox="1321 443 1361 488" type="checkbox"/>
	<p><b>Suporte</b>            Ofereça suporte contínuo por meio de tutoriais ou sugestões para ajudar o jogador a aprender as habilidades necessárias no jogo.</p> <input data-bbox="1321 589 1361 633" type="checkbox"/>
	<p><b>Dados pessoais</b>            Omita os dados pessoais na tela do jogo, como o Índice de Massa Corporal (IMC) ou o resultado dos testes de equilíbrio. Somente os terapeutas e os pacientes tenham acesso a esses dados.</p> <input data-bbox="1321 685 1361 730" type="checkbox"/>
















## APÊNDICE B – CHECKLIST PARA O USUÁRIO SÊNIOR

### Checklist para o usuário sênior

Responda as perguntas abaixo para avaliar o jogo digital voltado para o público sênior conforme os critérios de terapia, motivação, interação e segurança.

ID	Terapia	Sim	Não
	<b>Coleta de dados</b> O jogo coleta os seus dados e permite que os terapeutas tenham acesso às informações? Por exemplo, alguns dados que podem ser coletados são: frequência de uso, tempo total, pontuação, tarefas concluídas, erros cometidos e rastreamento do movimento.		
	<b>Adaptabilidade</b> O jogo oferece uma variedade de atividades que se adapta a diferentes pessoas?		
	<b>Repetição</b> O jogo incentiva as pessoas a realizarem as atividades regularmente?		
	<b>Movimento</b> O jogo inclui movimentos que são úteis para ajudá-los nas tarefas do dia a dia?		

ID	Motivação	Sim	Não
	<b>Dificuldade</b> É oferecida a possibilidade de ajustar a dificuldade do jogo, por exemplo: fácil, médio e difícil?		
	<b>Objetivos e resultados</b> São mostrados com clareza quais são os objetivos e resultados esperados do jogo?		
	<b>Música</b> As músicas do jogo estão adequadas às suas preferências?		
	<b>História</b> A história do jogo está apropriada para você?		
	<b>Tema</b> O tema do jogo (por exemplo, "Passeios") está adequado para você?		
	<b>Tempo</b> É dado o tempo apropriado para que você possa se envolver com o jogo?		
	<b>Recompensas</b> São oferecidos recompensas e feedback positivos no jogo?		
	<b>Nível de progresso</b> É apresentada uma barra de progresso que indica a sua evolução no jogo?		
	<b>Diversão</b> O jogo é divertido para você?		
	<b>Informações</b> O jogo mostra informações para incentivar as pessoas a serem mais ativas e saudáveis?		

ID	Interação	Sim	Não
	<b>Interface</b> A interface do jogo é fácil e agradável de utilizar?		
	<b>Cores</b> As cores, os contrastes entre as cores e as texturas utilizadas no jogo estão apropriados para você?		
	<b>Botões</b> Os botões do jogo possuem um tamanho e distância adequada para você?		
	<b>Texto</b> O texto do jogo possui fontes em tamanho adequado e são fáceis de ler?		
	<b>Áudio</b> O uso do áudio ambiental, o qual permite ouvir o som na direção em que ele está sendo emitido, está adequado para você?		
	<b>Feedback</b> O feedback é um retorno que o sistema oferece para cada ação realizada. O jogo oferece feedback adequado?		
	<b>Animações</b> O jogo mostra animações em vez de texto e imagens para transmitir uma informação?		
	<b>Gráficos</b> A complexidade do cenário, bem como o tamanho e a velocidade dos objetos estão adequados para você?		
	<b>Configuração e instalação</b> É fácil para você configurar e instalar o jogo sozinho?		
	<b>Assistência</b> São utilizados diferentes recursos – visuais, auditivos ou hápticos (vibração), para fornecer assistência para o jogador?		
	<b>Autonomia</b> Você é capaz de jogar o jogo sozinho?		
	<b>Entrada de dados</b> Você utiliza o movimento da cabeça como entrada para interagir com o jogo?		
ID	Segurança	Sim	Não
	<b>Aspectos fisiológicos</b> O jogo é confortável e seguro para você?		
	<b>Suporte</b> O jogo oferece suporte contínuo por meio de tutoriais ou sugestões para o jogador?		
	<b>Dados pessoais</b> Sente-se seguro e protegido quanto à exposição dos seus dados pessoais?		